

Mézek és virágpорок beltartalmi összetételének és színjellemezőinek vizsgálata

Kulcsszavak: méz, virágpорок, beltartalmi összetétel, botanikai eredet, nedvességtartalom, cukortartalom, hamutartalom, aminosav-összetétel, HMF, színjellemezők

1. ÖSSZEFOGLALÁS

Tápértékének, élettani hatásainak és egyedi aromájának köszönhetően a méz széles körben fogyasztott, édesítésre használt élelmiszerünk. A mézek összetételére és vizsgálatára vonatkozóan számos szabályozás létezik, amelyek közül hazánkban a Magyar Élelmiszerkönyv előírása és irányelvei a mérvadók. Tanulmányunkban hazai és külföldi mézek színjellemezőit és beltartalmi összetételét vizsgáltuk. Szándékunk volt áttekinteni a hazánkban forgalmazott, különböző eredetű mézek fizikai és kémiai jellemezőit. Érdekességképpen egy külföldön, piaci forgalomból beszerzett mézet is megvizsgáltunk. A virágpорок kevésbé széles körben fogyasztott méhészeti termék, leginkább az egészségtudatos fogyasztók által ismert étrend-kiegészítő. Összetételét illetően is jóval kevesebb ismeret áll rendelkezésre, mint a méz esetén. Munkánkkal ezt a hiányt szeretnénk pótolni. Ezen túlmenően ismertetjük néhány, hazánkban is előforduló növényfajról származó virágpорок beltartalmi összetételét és színjellemezőit.

¹ Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem, Élelmiszertudományi és Technológiai Intézet

VÉGH Rita
PUTER Dorina
VASKÓ Áron
CSÓKA Mariann
MEDNYÁNSZKY Zsuzsanna

Vegh.Rita@phd.uni-mate.hu
dorinaputer@gmail.com
vaskoaron@gmail.com
Csoka.Mariann@uni-mate.hu
Mednyanszky.Zsuzsanna@uni-mate.hu

<https://orcid.org/0000-0003-1271-6199>
<https://orcid.org/0000-0002-6538-2316>
<https://orcid.org/0000-0002-1654-5596>

2. Bevezetés

A méz az egyik legősibb táplálékunk, amely ma is közkedvelt édesítőszer a világ minden táján. A Magyar Élelmiszerkönyv definíciója 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, dehidratálnak, és lépekben érlelnek” [1]. Energiatartalmát a könnyen felszívódó szénhidrátok adják, de számos más tápanyagot, például ásványi anyagokat, fenolos vegyületeket és aminosavakat is tartalmaz. Természetes aromaanyagainak köszönhetően a méz kellemes érzékszervi tulajdonságokkal rendelkezik, így a mézek magas élvezeti értékkel jellemezhetők [2]. A mézet gyógyászati célra is használják, elsősorban gyulladáscsökkentő és antibakteriális hatásainak köszönhetően [3].

A virágporcsomó egy kevésbé közismert méhészeti termék, amely iránt növekvő érdeklődés mutatkozik, elsősorban az egészségtudatos fogyasztók körében. A virágporcsomó úgy jön létre, hogy a méhek a testükre tapadt pollent nektárral és mirigyváladékkal nedvesítik, majd gömbszerű pelletté tömörítik, és a hátsó lábukon lévő „kosaraikban” a kaptárba szállítják. Ezt a terméket a méhészt a kaptár bejárata elé szerelt, perforációkkal ellátott eszközzel tudja begyűjteni [4]. A termék tartósítása általában szárítással vagy fagyasztással történik. A virágpor viszonylag magas koncentrációban tartalmaz a szervezet számára esszenciális tápanyagokat, ezért étrend-kiegészítőként [5] és funkcionális élelmiszer alapanyagként [6] is alkalmazható. Kutatások alapján a virágpor immunstimuláló és antioxidáns hatásokkal rendelkezik, így fontos szerepet tölt be az apiterápiában [3]. A méhészeti termékek (méz, pollen, méhkenyér, propolisz, viasz) iránti kereslet növekedésével párhuzamosan a mézzel kapcsolatos tudományos kutatások száma is fokozódott. A 90-es évek óta exponenciálisan emelkedett a mézzel és pollennel foglalkozó kutatások száma [7]. A méhészeti termékek élelmiszer-biztonsági szempontból a kutatások fókuszába kerültek, hiszen számos kockázati tényező jelenhet meg bennük, többek között peszticidek, toxikus fémek, penészek, mikotoxinok, pirrolizidin alkaloidok, allergének, génmódosított szervezetek stb. A pollenek élelmiszer-biztonsági kockázatait részletesen Végh és munkatársai mutatják be összefoglaló cikkükben [8].

Hazánkban hagyománya van a méhészkedésnek, ugyanis a Kárpát-medence éghajlati és táji adottságai kiváló minőségű mézek termelését teszik lehetővé. A méhek több mint 800 növényfajt látogatnak, amelyek közül több fajtaméz előállításra is alkalmas [9]. A hazai mézpiac két fő terméke a vegyes virágméz és az akácméz. Ez utóbbit hungarikumként tartjuk számon, mivel Magyarországon nagy kiterjedésű akácerdők találhatóak, az akácméz pedig belföldön és külföldön egyaránt keresett, magas minőségű termék [10]. A repce- és napraforgóméz termelése országszerte elterjedt, de a magyar méhészek kisebb mennyiségben egyéb fajtamézeket, például gesztenye-, hárs-, facélia-, galagonya, aranyvessző-, levendula-, hajdina- és selyemfűmézet is előállítanak. A mézen kívül egyéb méhészeti termékek is színesítik a méhészek termékínálatát, amelyek közül a virágporcsomó az egyik legnépszerűbb.

Mucha és munkatársai az export-import adatok vizsgálatával igazolták, hogy méztermelés vonatkozásában Magyarország komparatív előnnyel rendelkezik az Európai Unión belül [11]. Az EU összes méztermelésének számottevő része hazánkból származik, ami a környezeti adottságok mellett annak köszönhető, hogy a Kárpát-medencében viszonylag nagy a méhsűrűség. A méhcsaládok száma folyamatos növekedést mutat, amely a Nemzeti Méhészeti Programok hatékonyságát is jelzi. Mindezek ellenére komoly kihívást jelent az ágazat számára, hogy a magyar méz az árversenyben alulmarad a világpiaci versenytársakkal, elsősorban az alacsonyabb minőségű, Kínából származó mézekkel szemben [11, 12]. Oravecz és Kovács fogyasztókkal végzett mélyinterjúi alapján a magyar mézvásárlók két jól elkülöníthető csoportra oszthatók az alapján, hogy honnan szerzik be a terméket: egyes fogyasztók kizárólag őstermelőktől vásárolnak, míg mások a könnyen beszerezhető, olcsóbb termékeket keresik online vagy az üzletek polcain [13]. A megkérdezett fogyasztók többsége szerint a magyar eredetű termelői mézek nemcsak megbízhatóbbak, hanem jobb ízűek és egészségesebbek is az import mézeknél.

A mézek minőségének szabályozásával a Magyar Élelmiszerkönyv (Codex Alimentarius Hungaricus) foglalkozik: az 1-3-2001/110 számú előírása a mézek definícióit és összetételi követelményeit, a 2-100 számú irányelv a megkülönböztető minőségi jelöléssel ellátott mézfélékkel kapcsolatos követelményeket és jellemzőket, a 3-2-2009/1 számú irányelv pedig a méz mintavételi és vizsgálati módszereit tartalmazza [1, 14, 15]. A Magyar Élelmiszerkönyv nem tér ki az egyéb méhészeti termékek minőségi követelményeire. A virágporcsomókkal kapcsolatban jelenleg nemzetközi szinten sincs érvényben specifikus szabályozás, azonban a Nemzetközi Szabványügyi Szervezet, Élelmiszer Termékek Műszaki Bizottság, Méhészeti Termékek Albizottságának egyik munkacsoportja (ISO/TC34/SC19/WG 3) 2018-ban megkezdte a termék szabványosítását [16].

A mézek és virágporok tápértékét, valamint az érzékszervi tulajdonságaikat elsősorban a botanikai eredet határozza meg, de a földrajzi származás, a gyűjtőhely éghajlati viszonyai, a terméket előállító méhfaj, valamint a termékfeldolgozás és tárolás körülményei is befolyásolják [2, 3, 5, 9, 17]. Kutatásunkban különböző

növényi eredetű, hazai és külföldi származású mézeket hasonlítottunk össze nedvesség-, redukáló cukor-, hamu-, szabad aminosav- és hidroximetil-furfurol (HMF)-tartalmuk, valamint pH értékük alapján. Munkánk a hazai flórára jellemző növényekről származó virágporcsomók makrotápanyag-összetételének vizsgálatára is kiterjed. Vizsgálatot végeztünk továbbá a méz- és pollenminták színére vonatkozóan, ugyanis ez a tulajdonság rendkívül fontos szerepet játszik az élelmiszerek fogyasztói megítélésében és a vásárlói döntésekben [6, 18].

3. Anyagok és módszerek

3.1. A vizsgált minták

A kutatásba bevont termékek között nyolc hazai, valamint nyolc külföldről származó méz szerepelt. A hazai mézek nektárforrásaként megjelölt növények az akác, hárs, gesztenye, aranyvessző, repce és facélia voltak, továbbá egy erdei (mézharmat) mézet és egy vegyes virágmézet is bevontunk a vizsgálatokba. A külföldi minták között olyan, hazánkban mézkülönlegességnek számító termékek szerepeltek, mint a kakukkfű- (Spanyolország), vadlevendula- (Portugália), koriander- (Bulgária), hajdina- (EU), vörösfenyő- (Csehország), kávévirág- (Guatemala) és narancsvirágméz (Mexikó), illetve egy Ghánából származó vegyes virágméz. Ezeket a termékeket egy budapesti szaküzletben vásároltuk, míg a ghánai vegyes virágmézet a származási országban, piaci forgalomból szereztük be. A kutatás során felhasznált virágporcsomókat hazai méhészekről illetve üzletekből vásároltuk. A termékeket 38 ± 2 °C-on szárítottuk 20 órán át, majd szín alapján történő válogatással tíz almintát hoztunk létre, amelyek botanikai összetételét is meghatároztuk. A méz- és pollenmintákat szobahőmérsékleten (20 ± 2 °C), sötét helyen tároltuk.

3.2. Alkalmazott módszerek

A mézek nedvességtartalmának meghatározásához Abbe refraktométert alkalmaztunk [19]. A redukáló cukortartalom vizsgálata a Schoorl-Regenbogen módszerrel [20], a hamutartalom meghatározása pedig hamvasztással [21] történt. A szabad aminosav-tartalom meghatározását INGOS AAA 400 típusú aminosav analízátorral végeztük. A HMF-tartalmat White módszerrel mértük [22, 23]. A mézek pH értékének meghatározásához Radelkis univerzális pH mérő eszközt (OP-204/1) alkalmaztunk [24]. A virágporcsomók botanikai eredetének meghatározása mikroszkópos pollen-analízissel történt. A minták nedvességtartalmát vákuum szárításos módszerrel vizsgáltuk [25]. A fehérjetartalom meghatározásához a klasszikus Kjeldahl-módszert alkalmaztuk. A nyerszsírtartalom vizsgálata Soxhlet extrakcióval történt [25]. A hamutartalmat hamvasztással határoztuk meg [26], a szénhidrátartalom kiszámításához pedig a következő képletet alkalmaztuk:

$$\text{Szénhidrát(\%)} = 100 - \text{Nedvesség(\%)} - \text{Fehérje(\%)} - \text{Nyerszsír(\%)} - \text{Hamu(\%)}$$

A mézek és virágporok színjellemzőinek vizsgálata Minolta CR-100 készülékkel történt. Az eredményeket a CIE-Lab színingertér koordinátaival fejeztük ki, ahol az „L” a világossági tényező, az „a*” a vörös-zöld színezetre, a „b*” pedig a kék-sárga színezetre jellemző érték. Minden vizsgálat esetén három párhuzamos mérést végeztünk.

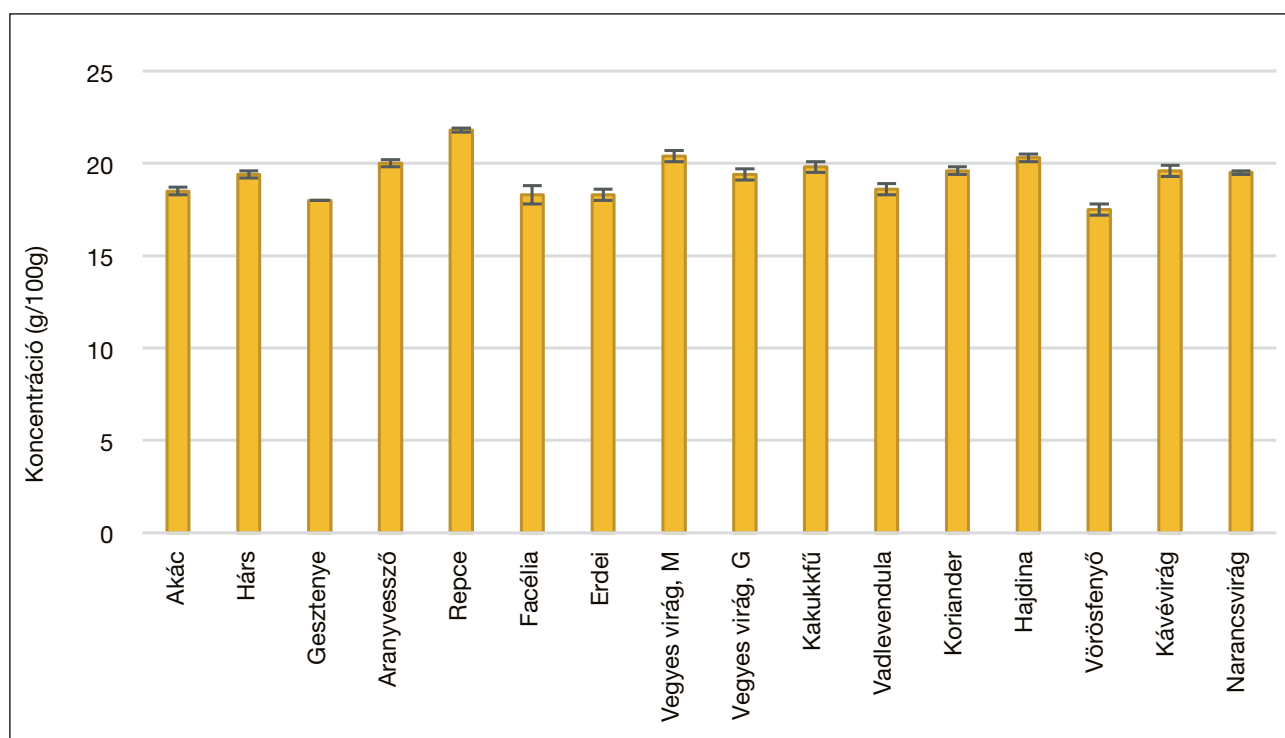
4. Eredmények és értékelésük

4.1. A mézek vizsgálati eredményei

4.1.1. Nedvességtartalom

A nedvességtartalom az egyik legalapvetőbb, a mézek minőségét meghatározó paraméter, amely hatással van a termék viszkozitására, színére, ízére, kristályosodására, továbbá az eltarthatóságát is jelentősen befolyásolja. A mézek nedvességtartalma általában 15 és 21% között alakul a forrásnövény fajától, a kaptárban lejátszódó dehidratációs folyamatoktól, valamint a méz feldolgozásának és tárolásának módjától függően [17]. A száraz, meleg környezetben előállított mézek általában alacsonyabb nedvességtartalommal rendelkeznek, mint azok, amelyek hűvös, párás éghajlatú országokból származnak [27]. A Magyar Élelmiszerkönyv 1-3-2001/110 számú előírása szerint a mézek víztartalma nem haladhatja meg a 20%-ot [1].

Az általunk vizsgált mézminták nedvességtartalma 17,5 és 21,8% között alakult (1. ábra). A Magyarországról származó termékek közül a repceméz és a vegyes virágméz, a külföldi mézek közül pedig a hajdinaméz nedvességtartalma meghaladta a hazánkban érvényes határértéket. Czipa és munkatársai szerint a megengedettnél magasabb nedvességtartalom arra utal, hogy a méhek az erőteljes hordás miatt nem tudták a mézet megfelelően besűríteni, így ezek a mézek éretlennek tekinthetők [28]. Mindazonáltal a mézek vízfelvevő képességét a botanikai eredet is befolyásolja, így például a hajdinaméz magas nedvességtartalma erre is visszavezethető.

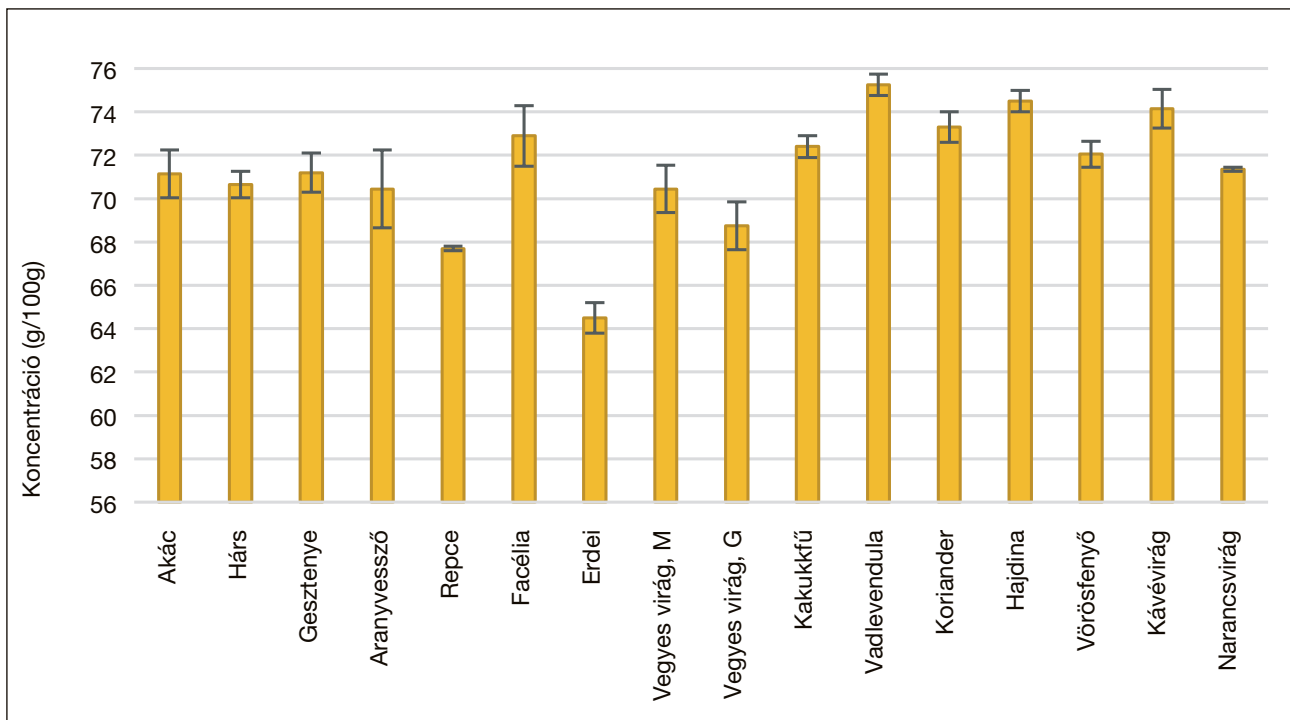


1. ábra. A mézminták nedvességtartalma
 Vegyes virág M: vegyes virágméz, Magyarország; vegyes virág G: vegyes virágméz, Ghána

4.1.2. Redukáló cukortartalom

A méz szárazanyag-tartalmának hozzávetőlegesen 95%-át szénhidrátok adják, amelyek közül az egyszerű redukáló cukrok kimagasló koncentrációban vannak jelen: a fruktóz a mézek tömegének 32-44%-át, a glükóz pedig a 23-38%-át teszi ki [29]. A mézben jelenlévő fruktóz és glükóz a nektár szacharóztartalmából keletkezik, a méhek által termelt invertáz enzim működése révén [2, 9]. A Magyar Élelmiszertkönyv szerint a virágmézeknek legalább 60%-os, az erdei (mézharmat) mézeknek pedig legalább 45%-os fruktóz- és glükóztartalommal kell rendelkezniük [1]. Kisebbségi mennyiségben különböző diszacharidok, oligoszacharidok, valamint poliszacharidok is jelen lehetnek a termékekben. Az alacsonyabb redukáló cukor-, illetve magasabb szacharóztartalom lehet növényi sajátosság, de utalhat a méz éretlenségére vagy a méhek cukorszirupos etetésére is [28, 29].

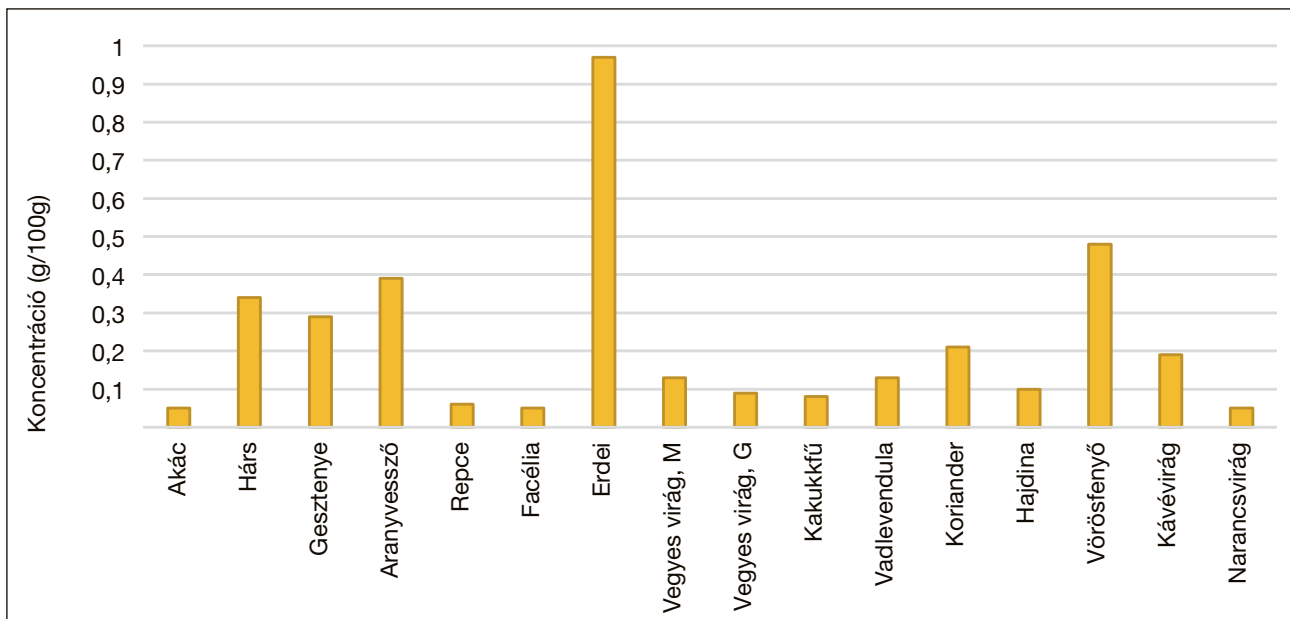
Az általunk vizsgált minták redukáló cukortartalma 64,50 és 75,25 % között alakult (2. ábra). A külföldi minták átlagosan 3%-kal több redukáló cukrot tartalmaztak, mint a magyar mézek. A legmagasabb értéket a vadlevendulaméz, a legalacsonyabbat pedig az erdei (mézharmat) méz esetén kaptuk. Szakirodalmi adatok szerint a mézharmatmézek sajátossága, hogy a virágok nektárjából készült mézeknél magasabb arányban tartalmaznak összetett cukrokat, elsősorban raffinózt és meleztózt [30].



2. ábra. A mézminták redukáló cukortartalma
 Vegyes virág M: vegyes virágméz, Magyarország; vegyes virág G: vegyes virágméz, Ghána

4.1.3. Hamutartalom

Szakirodalmi adatok szerint a nektár eredetű mézek hamutartalma általában 0,02 - 0,3% között alakul, míg az erdei (mézharmat) mézek 1% körüli koncentrációban tartalmaznak szervesetlen anyagokat [29]. Az ásványi anyagok mennyisége függ a méz földrajzi és botanikai eredetétől, a talaj összetételétől, valamint a forrásnövény környezetében történő szennyezés mértékétől, így a mézet környezeti bioindikátornak is tekinthetjük [31]. Kutatások alapján a sötét színű mézek hamutartalma általában magasabb, mint a világos mézeké [17, 32]. Eredményeink (3. ábra) a szakirodalmi adatokkal összhangban azt mutatták, hogy az erdei méz kimagasló mennyiségű (0,97%) ásványi anyagot tartalmaz. A nektár eredetű mézek közül a vörösfenyő, az aranyvessző és a hárs 0,3% feletti hamutartalommal rendelkezett. Az akác-, repce-, facélia-, ghánai vegyes virág-, kakukkfű- és narancsvirágmézek pedig viszonylag alacsony, 0,1% alatti mennyiségben tartalmaztak szervesetlen anyagokat. A termékek színe és hamutartalma között nem figyeltünk meg szoros összefüggést. A legmagasabb hamutartalommal rendelkező erdei-, vörösfenyő- és aranyvesszőmézek sötét színűek voltak, azonban a hárs- és gesztenyemézek magas ásványi anyag tartalmuk ellenére világos színnel jellemezhetők. A hajdina- és a ghánai vegyes virágméz pedig nagyon sötét színnel és alacsony hamutartalommal rendelkezett.



3. ábra. A mézminták hamutartalma

Vegyes virág M: vegyes virágméz, Magyarország; vegyes virág G: vegyes virágméz, Ghána

4.1.4. Aminosav-összetétel

A mézek aminosav tartalmának egy része a nektárból, illetve a pollenből származik, amelynek megfelelően az aminosav-összetétel a botanikai eredet jelzője lehet [29, 33, 34]. Mindazonáltal a méhek kiválasztó folyamatainak eredményeképpen is kerülnek a mézbe szabad aminosavak, ez pedig növeli az azonos forrásnövényről származó mézek aminosavtartalmának variabilitását [35]. A nektár, ezáltal a méz aminosav-összetételét az is befolyásolja, hogy az év melyik szakaszában gyűjtik azt a méhek: tavasszal, amikor a fák rügyeznek és ősszel, a levelek színének változásakor az aminosavak és a nitrogéntartalmú vegyületek koncentrációja a floémában jelentősen megnő [36]. Az azonos fajta mézek aminosavtartalmának változatosságát növeli az is, hogy mennyiségük a tárolás folyamán [37], valamint hőkezelés hatására [38] csökkenést mutat.

A legtöbb aminosav a mézben kötött formában van jelen. A szabad aminosavtartalom hozzávetőlegesen az összes aminosav egyötödét képezi [29]. A jelenlévő aminosavak 50-85%-át a prolin teszi ki, amelynek mennyisége a bomlás miatt a tárolás során folyamatosan csökken, így az a méz öregedésének is indikátora lehet [39]. A prolin egy része a méhek szervezetében zajló kiválasztó folyamatok kapcsán kerül a mézbe [9], másik része pedig növényi eredetű, ugyanis mind a nektár [40], mind a pollen [5] magas prolintartalommal rendelkezik. Mennyiségére egyértelmű szabályozás hazánkban nincs, így általában a Németországban érvényben lévő 180 mg/kg-os minimális határértéket veszik alapul [39].

Az általunk vizsgált mézekben a szabad aminosavak koncentrációja átlagosan 663,3 mg/kg volt. A külföldi mézek valamelyest magasabb átlagos aminosavtartalommal (787,6 mg/kg) rendelkeztek, mint a Magyarországról származó termékek (539,0 mg/kg). A koriander-, vadlevendula- és aranyvesszőmézben a szabad aminosavak koncentrációja meghaladta az 1000 mg/kg-ot, míg az akácmézből csupán 162,2 mg/kg értéket mutattunk ki (1. táblázat). Kutatások szerint az akácmézre általánosan jellemző, hogy viszonylag alacsony aminosav-tartalommal rendelkezik [33, 41]. Az aranyvesszőméz magas aminosavtartalma visszavezethető arra, hogy a növény virágzási ideje augusztustól akár október végéig is tarthat.

A prolin mennyisége minden mintában kiemelkedően magas volt. A legtöbb méz ezen kívül viszonylag nagy aszparaginsav, glutaminsav, aszparagin, glutamin és fenil-alanin tartalommal rendelkezett. Egyes minták esetén viszonylag jelentős szerin, alanin, valin és tirozin tartalom figyelhető meg. A hajdinaméz rendkívül magas metionin, treonin, illetve valin tartalommal rendelkezett, a vadlevendulamézben pedig a fenil-alanin, tirozin és arginin mennyisége volt kimagasló.

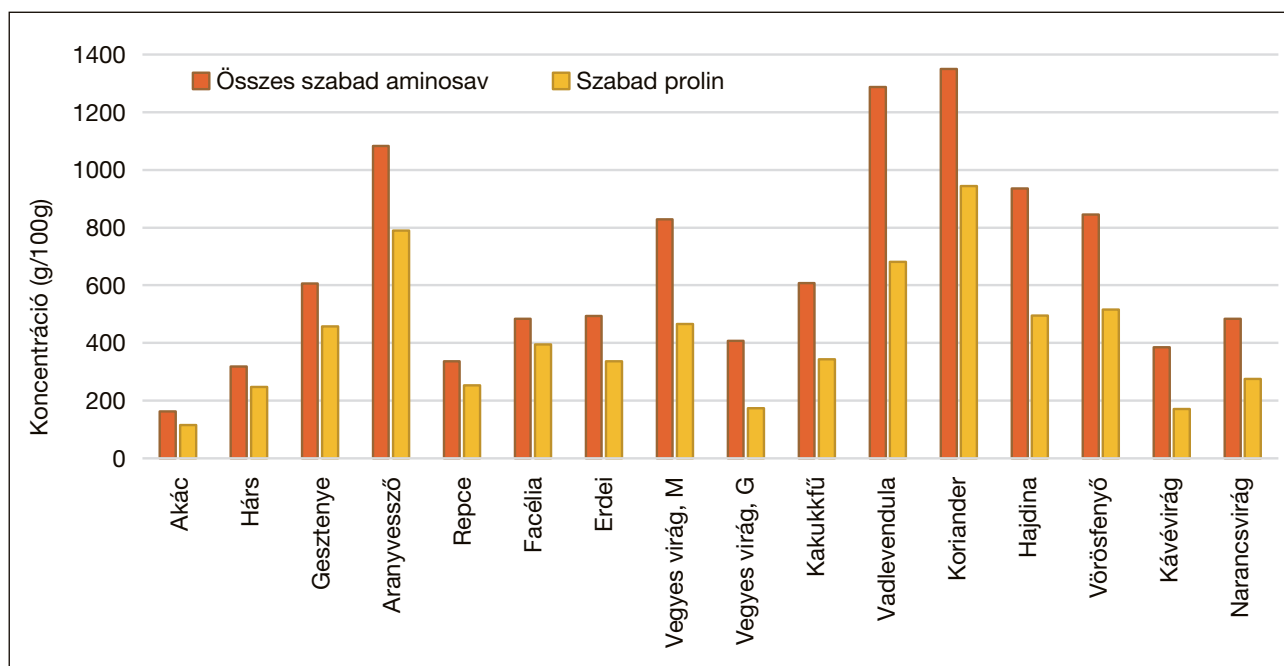
1. táblázat. A mézminták szabad aminosav-összetétele

Mézminták	Szabad aminosav-tartalom (mg/kg)																		
	Asp	Thr	Ser	Asn	Glu	Gln	Pro	Gly	Ala	Val	Met	Ile	Leu	Tyr	Phe	Lys	His	Arg	Összes
Akác	9,8	1,0	1,9	10,0	4,9	2,6	114,8	0,4	1,4	1,6	0,6	0,9	0,9	0,4	1,4	3,4	1,6	1,3	162,2
Hárs	19,0	0,9	2,4	0,0	6,8	4,6	247,2	0,8	3,0	0,8	2,9	2,5	2,3	1,1	4,0	9,6	1,4	6,4	318,6
Gesztenye	24,8	6,0	9,5	11,6	31,5	10,4	457,7	2,2	10,5	7,8	1,7	2,7	5,6	2,8	6,5	3,0	1,1	1,5	606,6
Aranyvessző	61,9	8,8	16,6	25,4	55,8	2,0	789,1	4,1	25,8	12,5	5,5	4,2	8,3	8,0	43,0	2,2	3,0	4,0	1083,2
Repce	19,3	3,2	4,0	0,0	9,8	6,8	253,0	0,7	3,1	1,2	0,7	3,0	2,8	1,8	4,7	9,9	1,8	7,4	336,6
Facélia	14,1	3,6	4,7	5,9	10,2	4,2	395,1	2,4	3,9	4,3	0,2	1,9	2,3	2,7	7,1	10,5	2,8	2,3	483,0
Erdei	60,6	8,2	4,9	4,3	35,8	2,9	335,9	1,0	10,7	2,6	2,1	1,8	6,2	0,9	2,4	0,0	1,3	0,3	493,9
Vegyes virág, M.*	50,1	8,8	24,7	12,6	145,2	36,6	465,1	1,3	20,8	20,6	0,8	5,2	7,2	2,5	8,2	7,4	5,4	1,7	828,2
Vegyes virág, G.**	16,9	7,7	3,9	20,6	13,3	12,6	173,7	3,4	9,8	8,4	7,0	3,2	14,9	40,1	59,7	3,7	2,3	4,4	407,2
Kakukkfű	12,7	5,6	5,9	31,5	17,6	13,9	343,1	3,6	9,8	5,1	3,4	1,5	7,8	31,2	96,2	11,8	3,7	0,0	607,6
Vadlevendula	19,0	5,8	8,0	41,2	46,9	33,3	681,7	6,0	11,8	9,4	6,7	5,8	18,4	127,4	227,3	19,1	4,7	10,9	1288,1
Koriander	59,7	9,9	24,5	16,8	96,0	23,8	943,8	9,3	29,0	16,6	6,7	11,1	14,4	23,2	49,7	5,4	2,7	3,0	1349,5
Hajdina	12,6	30,0	33,8	45,9	32,0	46,4	495,3	13,3	26,7	51,5	24,4	9,0	28,0	17,5	53,0	10,0	2,2	1,5	935,0
Vörösfenyő	20,9	7,3	9,0	39,9	49,4	27,0	516,3	6,1	12,3	6,6	3,9	6,8	9,1	24,7	97,0	0,8	4,4	0,0	845,0
Kávévirág	20,8	15,8	8,8	19,6	30,1	22,2	170,9	4,3	11,2	14,7	5,8	3,8	6,9	14,0	29,0	1,7	1,8	2,2	385,3
Narancsvirág	9,3	4,1	5,0	13,3	13,1	13,0	275,4	4,4	17,4	7,3	2,1	4,0	5,1	27,2	70,0	4,7	1,9	3,2	483,1

*Vegyes virágméz, Magyarország

** Vegyes virágméz, Ghána

A 4. ábra a prolin arányát mutatja az összes szabad aminosavhoz viszonyítva. Hermosin szerint a friss mézek aminosav-tartalmának legalább kétharmad részét a prolin teszi ki [34]. Az általunk vizsgált mézek fele ennél alacsonyabb prolin arányt mutatott. A hazai mézek közül a vegyes virágmézben 56%, a külföldi mézek közül pedig a korianderméz kivételével minden mintában 66% alatti volt a prolin arány. Kaskoniené és Venskutonis az Európában nagy gazdasági jelentőséggel bíró fajtamézekre átlagos prolin tartalmat állapítottak meg, fajtanként több száz vizsgálati eredmény figyelembevételével. Eredményeik alapján a kakukkfű (*Thymus* spp.) mézek kimagasló (956±196 mg/kg) prolin tartalommal rendelkeznek, azonban az általunk vizsgált kakukkfűméz viszonylag kevés prolint tartalmazott [33]. Az akácmézek (*Robinia pseudacacia* L.) átlagos prolin tartalma hozzávetőlegesen kétszerese volt az általunk kimutatott értéknek. A hárs (*Tilia* spp.), a gesztenye (*Castanea sativa* Miller) és az erdei (mézharmat) mézek átlagosan 20-30%-kal magasabb prolin tartalommal rendelkeztek, mint az általunk vizsgált minták. A repce (*Brassica napus* L.) mézre a szerzők által közölt értékhez hasonló koncentrációt kaptunk. A mézminták közül a korianderméz rendelkezett a legmagasabb prolin tartalommal (943,8 mg/kg), amely azonban jelentősen alacsonyabb a Czipa [9] által közölt értéknél (2283 mg/kg). Az eltérések feltehetően a hosszabb tárolási időből adódtak. Az akác-, ghánai vegyes virág- és kávévirágméz kivételével minden termék megfelelt a Németországban megkövetelt 180 mg/kg-os minimális értéknek.

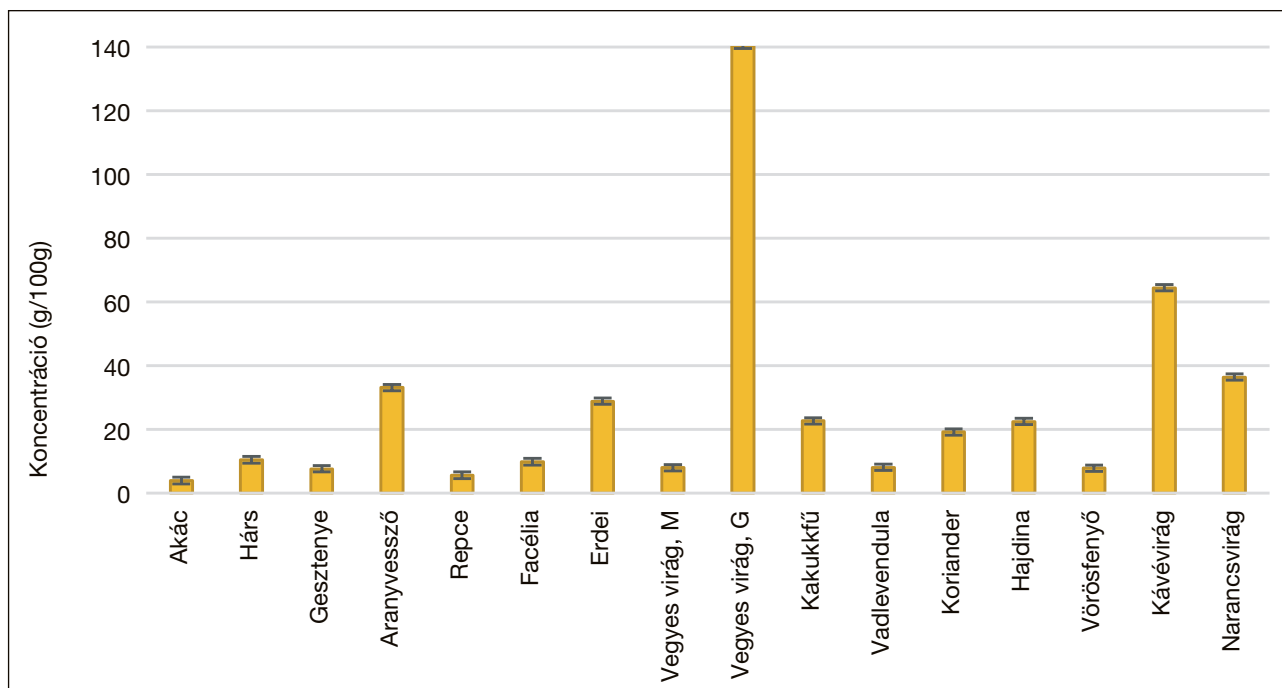


4. ábra. A mézminták prolin tartalma az összes szabad aminosavhoz viszonyítva
Vegyes virág M: vegyes virágméz, Magyarország; vegyes virág G: vegyes virágméz, Ghána

4.1.5. Hidroxi-metil-furfurol tartalom

A hidroxi-metil-furfurol (HMF) savas közegben keletkezik, hexózok bomlásával. Koncentrációjából következtethetünk a méz érettségére, ugyanis a friss mézben minimális mennyiségben van jelen ez a vegyület. A HMF-tartalom növekszik a méz melegítése és tárolása során, de a magas sav-, nedvesség-, és cukortartalom is gyorsítja a keletkezését [9, 29]. Koncentrációja a méz típusától is függ: a meleg környezetből származó, trópusi és szubtrópusi mézek eredendően magas HMF-tartalommal rendelkeznek [27]. A Magyar Élelmiszerkönyv 1-3-2001/110 számú előírása a mézekre általánosságban 40 mg/kg-os, míg a trópusi eredetű mézekre 80 mg/kg-os határértéket ír elő [1].

Az általunk vizsgált mézek HMF tartalma széles határok között alakult (5. ábra): koncentrációja az akácmézben csupán 3,98 mg/kg volt a, a ghánai vegyes virágméz viszont rendkívül magas (140,42 mg/kg) HMF-tartalommal rendelkezett. A Magyarországról származó mézek mindegyike megfelelt az érvényben lévő határértéknek. A külföldi mézek közül a ghánai vegyes virágméz jelentősen meghaladta a trópusi mézekre felállított limitet. Trópusi származásának megfelelően a guatemalai kávévirágméz szintén magas (64,41 mg/kg) HMF tartalommal jellemezhető.

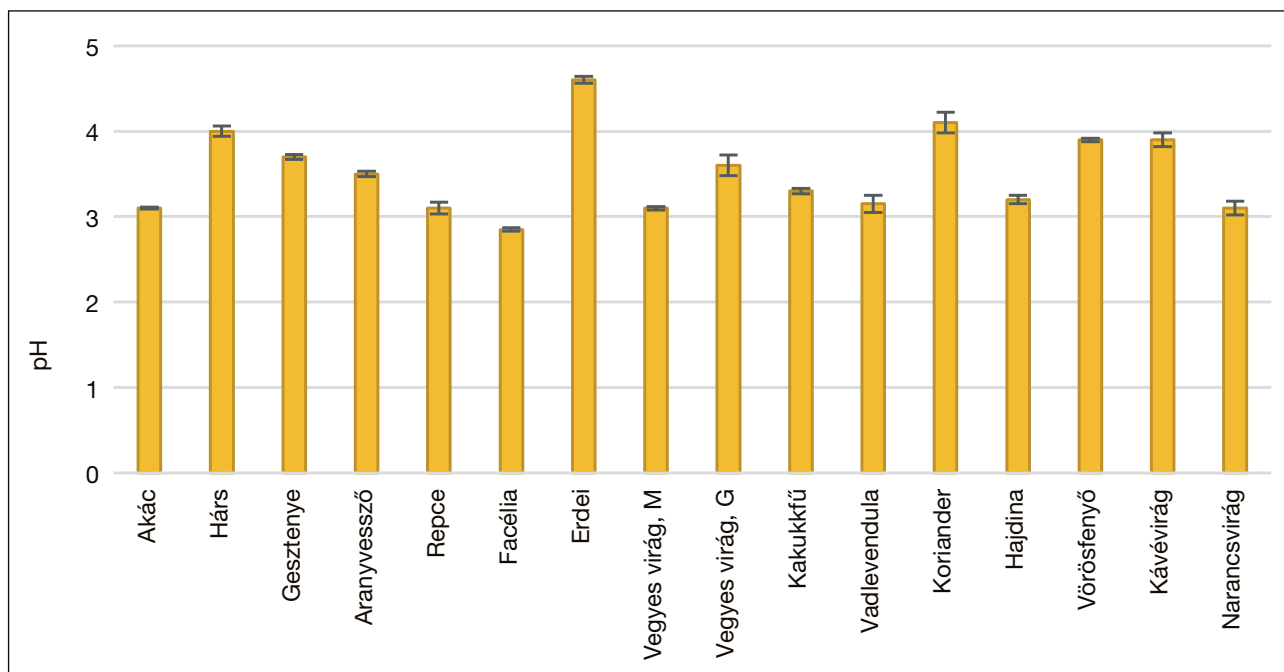


5. ábra. A mézminták hidroxi-metil-furfurol tartalma
Vegyes virág M: vegyes virágméz, Magyarország; vegyes virág G: vegyes virágméz, Ghána

4.1.6. Kémhatás

A mézek pH értéke rendszerint 6 alatti, elsősorban a bennük fellelhető szerves savaknak köszönhetően. A szerves savak mennyisége kevesebb, mint 0,5%, azonban jelentősen befolyásolják a termék színét, aromáját és eltarthatóságát. Bizonyos savak (pl. citromsav, almasav, oxálsav) a nektárból, illetve a mézharmatból származnak, míg mások (pl. hangyasav) az érés és tárolás során lejátszódó enzimes folyamatok által keletkeznek [29]. A méz szerves savainak jelentős részét a glükonsav adja, amely glükózból keletkezik a glükóz-oxidáz enzim hatására. A mézek pH-ja nem függ közvetlenül a szerves savak mennyiségétől, amely elsősorban a pufferkapacitással rendelkező mézősszetevőkre vezethető vissza [9].

Az általunk vizsgált mézminták pH értéke $2,85 \pm 0,02$ és $4,60 \pm 0,04$ között változott (6. ábra). A legalacsonyabb értéket a facéliamézre kaptuk, a legmagasabbat pedig az erdei (mézharmat) mézre. Eredményünk alátámasztja Tischer Seraglio és munkatársai megállapítását, miszerint az mézharmatmézek kémhatása viszonylag magas, értéke általában 3,8 és 4,6 között alakul [30]. Ez annak köszönhető, hogy a bennük lévő ásványi anyagok és aminosavak pufferelik a savas kémhatást [9].

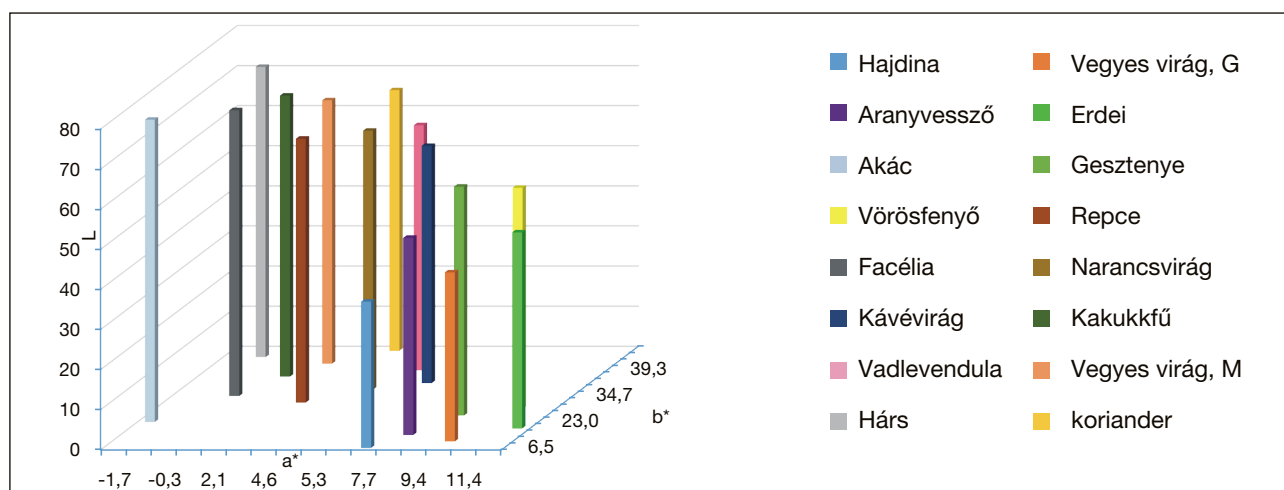


6. ábra. A mézminták kémhatása
Vegyes virág M: vegyes virágméz, Magyarország; vegyes virág G: vegyes virágméz, Ghána

4.1.7. Színjellemzők

A mézek színe fontos érzékszervi paraméter, ugyanis jelentősen befolyásolja a vásárlói döntéseket. A legtöbb országban a magas minőséget a világos mézekkel azonosítják, de például Németországban, Svájcban és Görögországban közkedveltebbek a sötétebb termékek. A mézek színe a színtelentől a sötét borostyánig terjed, esetenként zöldes vagy vöröses árnyalattal. A mézek színét befolyásolják a növényi és földrajzi eredet, a klimatikus viszonyok, a forrásnövény talajának állapota, a tárolási idő, a fénynek való kitettség, az esetleges hőkezelés, bizonyos enzimes reakciók és a kristályosodási folyamatok is [17, 29]. Ez a tulajdonság többek között összefüggésben van a nedvességtartalommal, valamint az ásványi anyagok, karotinoidok, fenolos vegyületek és a cukrok koncentrációjával [18].

Az általunk vizsgált mézre kapott L (világosság), a^* (zöld-vörös színezet) és b^* (kék-sárga színezet) értékeket háromdimenziós diagramon ábrázoltuk (7. ábra). A legsötétebb minták a hajdina- és a ghánai vegyes virágméz voltak, a legvilágosabbak pedig az akác-, a hárs- és a facéliamézek. Az a^* érték alapján a legtöbb méz többé-kevésbé vöröses árnyalatú volt, de az akác-, a hárs- és a facéliaméz nagyon enyhe zöldes árnyalatot mutattak. Számos esetben fordított összefüggést figyeltünk meg a mézek világosság értéke és HMF-tartalma között: az aranyvesszőméz, az erdei méz, valamint a ghánai vegyes virágméz viszonylag alacsony L értékkel és magas HMF tartalommal jellemezhető, a legvilágosabb méz HMF tartalma pedig alacsony volt. Ennek oka, hogy a HMF egy része a Maillard-reakció során képződik [9, 17].



7. ábra. A mézminták L, a^* , b^* értékei
Vegyes virág M: vegyes virágméz, Magyarország; vegyes virág G: vegyes virágméz, Ghána

4.2. A virágporcsomók vizsgálati eredményei

4.2.1. Botanikai eredet

A mikroszkópos pollenanalízis eredményei igazolták, hogy a kutatás során felhasznált virágporcsomók 80% feletti vezérpollen-tartalommal rendelkeznek, azaz monoflorálisnak tekinthetők [42]. A virágporcsomó minták a 8. ábrán láthatók, amelyek pollen-összetételét a 2. táblázatban foglaltuk össze.



8. ábra. Monoflorális virágporcsomó minták

2. táblázat. A virágporcsomók botanikai összetétele

Minta	Vezérpollen		Egyéb pollenek
	Fajok	%	
Repce	<i>Brassica napus</i>	96	<i>Frangula, Tilia, Leucanthemum vulgare, Ambrosia artemisiifolia, Tragopogon orientalis</i>
Napraforgó	<i>Helianthus annuus</i>	97	<i>Taraxacum officinale</i>
Facélia	<i>Phacelia tanacetifolia</i>	100	Nincs adat
Cseresznye	<i>Prunus avium</i>	96	<i>Salix</i>
Vadszeder	<i>Rubus fruticosus</i>	98	Nincs adat
Pitypang	<i>Taraxacum officinale</i>	84	<i>Salix, Brassica napus, gyümölcsök</i>
Pipacs	<i>Papaver rhoeas</i>	94	<i>Phacelia tanacetifolia, Ligustrum, Tilia, Convolvulus arvensis</i>
Bókoló bogáncs	<i>Carduus nutans</i>	94	<i>Helianthus annuus, Calluna vulgaris, Impatiens, Cyanus segetum</i>
Erdei iszalag	<i>Clematis vitalba</i>	89	<i>Plantago, Tilia, Taraxacum officinale, Trifolium repens</i>
Borzas szuhar	<i>Cistus incanus</i>	97	<i>Calluna vulgaris, Taraxacum officinale, Thymus</i>

4.2.2. Makrotápanyag-összetétel

A virágporcsomók tápértéke nagy heterogenitást mutatott, ugyanis a botanikai eredet jelentősen befolyásolja a tápanyagok arányát. Thakur és Nanda több, mint száz tudományos kutatás eredményeinek összefoglalásával arra a következtetésre jutottak, hogy a termékek átlagosan 54,2% (18,5-84,3%) szénhidrátot, 21,3% (4,5-40,7%) fehérjét, 5,3% (0,4-13,5%) lipidet, valamint 2,9% (0,5-7,8%) hamut tartalmaznak [5]. Nedvességtartalmuk friss állapotban 20-30% között alakul. A szárított termékek optimális esetben 4-8% vizet tartalmaznak, ugyanis ez a tartomány élelmiszer-biztonsági és érzékszervi szempontból is megfelelő [42].

A vizsgált virágporcsomók 4,9 és 8,2% közötti nedvességtartalommal rendelkeztek, amely megfelelő mikrobiológiai stabilitást biztosít. A mintáink szénhidrátartalma átlagosan 12%-kal magasabb, mint a Thakur és Nanda által közölt átlagérték [5]. A különbség elsősorban abból fakad, hogy a szerzők az átlagos koncentráció vizsgálata során nemcsak szárított, hanem friss virágporokra kapott eredményeket is figyelembe vettek. A minták fehérjetartalma 14,5 és 26,7% között alakult. A legfehérjedúsabb virágporcsomók a facéliáról és a repcéről származtak, amelyek a méhek számára erős attraktánsok [43]. Nyerszsír-tartalom tekintetében a méhek által szintén preferált pitypang pollen kimagasló koncentrációt mutatott, de a repce pollen is lipidekben gazdagnak bizonyult. A virágporcsomók hamutartalma 1,0 és 3,2% között alakult. A legtöbb ásványi anyagot a bókoló bogáncsról és a cseresznyéről származó minták tartalmazták. Eredményeink (3. táblázat) összhangban vannak a szakirodalmi adatokkal [5, 42].

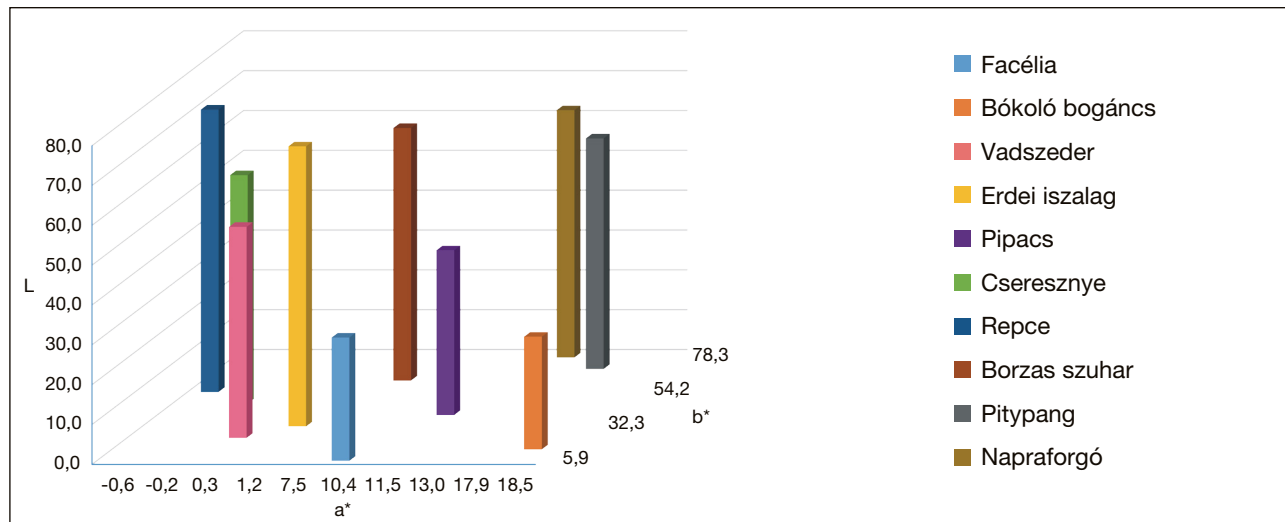
3. táblázat. A virágporcsomó minták makrotápanyag-összetétele

Pollenminta	Nedvesség (%)	Szénhidrát (%)	Fehérje (%)	Nyerszsír (%)	Hamu (%)
Repce	6,2±0,1	57,9±0,5	26,0±0,2	7,1±0,3	2,8±0,1
Napraforgó	4,9±0,3	74,0±0,6	15,8±0,4	3,8±0,6	1,4±0,1
Facélia	7,9±0,1	61,4±0,9	26,7±0,6	1,4±0,3	2,5±0,2
Cseresznye	6,5±0,1	63,6±0,3	24,4±0,2	1,9±0,3	3,2±0,1
Vadszeder	6,0±0,1	69,0±0,5	20,0±0,2	2,8±0,4	2,3±0,1
Pitypang	5,4±0,2	66,9±0,5	15,7±0,1	10,5±0,3	1,4±0,2
Pipacs	7,3±0,1	63,1±0,2	24,2±0,1	2,9±0,2	2,5±0,1
Bókoló bogáncs	8,2±0,6	66,8±0,8	17,1±0,6	4,6±0,3	3,2±0,1
Erdei iszalag	5,2±0,3	68,8±0,7	18,6±0,2	5,6±0,7	1,8±0,0
Borzas szuhar	6,4±0,2	73,4±0,3	14,5±0,3	4,6±0,6	1,0±0,1

4.2.3. Színjellemzők

A különböző növényekről származó virágporcsomók színe széles skálán mozog: leggyakrabban sárgás és narancssárgás színűek, de léteznek például kék, zöld, piros, fekete, barna és fehér virágporok is [44]. A pollenek színét elsősorban a botanikai eredet határozza meg. Mivel a méhek rendszerint adott időben egyetlen növényfajról gyűjtenek pollent, egy-egy virágporcsomó homogén színnel jellemezhető [4]. A termék színtulajdonságaira hatással van a földrajzi eredet, a klimatikus viszonyok, a gyűjtés ideje, a forrásnövény kora és tápanyagellátottsága, a pollen tartósítási módja, valamint a tárolás időtartama és körülményei is [6].

A virágporcsomókra kapott L (világosság), a* (zöld-vörös színezet) és b* (kék-sárga színezet) értékeket a 9. ábra szemlélteti. A legsötétebb minták a bókoló bogáncs, a facélia és a pipacs voltak, a többi minta viszonylag magas L értékkel rendelkezett. A világos minták az a* érték alapján három csoportra bonthatók: a repce, cseresznye és vadszeder pollenek enyhén zöldes árnyalatúak, az erdei iszalag enyhén vöröses, a borzas szuhar, a napraforgó és a pitypang pedig erősebb vöröses árnyalatot mutatott. A b* értéke minden esetben pozitív volt, tehát a sárga szín dominált a mintákban. A hazai piacon viszonylag gyakran előforduló facélia pollen feltűnően sötét színű. Ez a virágpor a szintén sötét pipacshoz képest enyhébb sárga, a bókoló bogáncshoz képest pedig gyengébb vörös árnyalattal jellemezhető.



9. ábra. A virágporcsomó minták L, a*, b* értékei

5. Összefoglalás

Kutatásunk során hazai és külföldi mézeket hasonlítottunk össze a minőségüket meghatározó paraméterek alapján, továbbá meghatároztuk néhány, a Kárpát-medence flórájára jellemző növényről származó virágorpcsomó makrotápanyag-összetételét és színjellemzőit. A vizsgált mézek közül két magyar és egy külföldi minta nedvességtartalma meghaladta a hazánkban érvényes határértéket. A mézek redukáló cukor-tartalma 64,5 és 75,3 % között alakult. Eredményeink alátámasztják azt a megfigyelést, miszerint a mézharatmézek alacsonyabb redukáló cukor tartalommal rendelkeznek, valamint magasabb hamutartalommal és kémhatással, továbbá sötétebb színnel jellemezhetőek, mint a nektár eredetű mézek. A mézekben a prolin volt a domináns aminosav, ennek aránya azonban több esetben alacsonyabb volt a szakirodalomban közölt adatoknál. A hazai mézek közül az akác és a vegyes virág, a külföldiek közül pedig a kávévirágméz prolin tartalma nem érte el a 180 mg/kg-os minimális határértéket. A HMF tartalom tekintetében nagy eltéréseket figyeltünk meg. A hazai mézek mindegyike megfelelt a követelményeknek, a Ghánából származó vegyes virágméz azonban rendkívül magas koncentrációban tartalmazta ezt a vegyületet. A mézekben a sárga szín dominált. A legtöbb termék vöröses árnyalattal volt jellemezhető, de néhány méz enyhén zöldes tónusú volt. Számos esetben fordított összefüggést figyeltünk meg a mézek világosság értéke és HMF-tartalma között.

A vizsgálatba bevont, szárított virágorpcsomó-minták botanikai összetételének vizsgálatával igazoltuk, hogy a felhasznált minták legalább 80%-ban a forrásnövényként megnevezett növényfajról származnak. A szakirodalmi adatokkal összhangban a termékek 57,9-74,0% szénhidrátot, 14,5-26,7% fehérjét, 1,4-10,5% nyerszsírt és 1,0-3,2% hamut tartalmaztak. Nedvességtartalmuk 4,9 és 8,2% között alakult, amely érzékszervi és mikrobiológiai szempontból is megfelel a követelményeknek. Színtulajdonságaikat tekintve a termékek nagy eltérést mutattak, de legtöbb esetben a sárga árnyalat dominált színükben.

6. Köszönetnyilvánítás

Kutatásunk az EFOP-3.6.3-VEKOP-16-2017-00005 projekt, valamint az „OTKA” Fiatal kutatói kiválósági program (FK_20, azonosítószám 135700) segítségével valósult meg. A szerzők köszönik Rózséné dr. Büki Etelka segítségét a virágorpcsomók botanikai eredetének meghatározásában.

7. Irodalom

- [1] Magyar Élelmiszerkönyv (Codex Alimentarius Hungaricus) 1-3-2001/110 számú előírása a mézről, 2002
- [2] Amtmann, M. (2009): Különleges fajtamézek botanikai eredetének és illó komponenseinek összefüggése. Doktori értekezés, Budapesti Corvinus Egyetem, Budapest
- [3] Szabat, P., Poleszak, J., Szabat, M., Boreński, G., Wójcik, M., Milanowska, J. (2019): Apitherapy – the medical use of bee products. *Journal of Education, Health and Sport*, 9, pp. 384-396. <https://dx.doi.org/10.5281/zenodo.3376968>
- [4] Bogdanov, S. (2016): Pollen: Collection, harvest, composition, quality. *The Pollen Book*. Chapter 1.
- [5] Thakur, M., & Nanda, V. (2020): Composition and functionality of bee pollen: A review. *Trends in Food Science & Technology*, 98, pp. 82–106. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2020.02.001>
- [6] Salazar-González, C.Y., Rodríguez-Pulido, F.J., Terrab, A., Díaz-Moreno, C., Fuenmayor, C.A., Heredia, F.J. (2018): Analysis of multifloral bee pollen pellets by advanced digital imaging applied to functional food ingredients. *Plant Foods for Human Nutrition*, 73, pp. 328–335. <http://dx.doi.org/10.1007/s11130-018-0695-9>
- [7] Sipos, L., Végh, R., Bodor, Zs., Zaukuu, J. L. Z., Hitka, G., Bázár, Gy., Kovacs, Z. (2020): Classification of bee pollen and prediction of sensory and colorimetric attributes—a sensometric fusion approach by e-Nose, e-Tongue and NIR. *Sensors*, 20 (23), 6768. <https://doi.org/10.3390/s20236768>
- [8] Végh, R., Csóka, M., Sörös, C., & Sipos, L. (2021): Food safety hazards of bee pollen—A review. *Trends in Food Science & Technology*, 114, pp. 490-509. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2021.06.016>
- [9] Czipa, N. (2010): Különböző eredetű mézek összehasonlítása és a gyártmánykialakítás hatása a minőségre. Doktori értekezés, Debreceni Egyetem, Debrecen
- [10] Tózsá, I. (szerk.) (2019): *Hungarikumok és nemzeti értékvédelem*. pp. 109. Dialóg Campus Könyvkiadó. Budapest
- [11] Mucha, L., Oravec, T., Totth, G., Illés, B. Cs. (2021): A magyar méz kereskedelmének komparatív előnyei. *Gazdálkodás*, 65, pp. 23-37.
- [12] Pácza, Gy. B. (2018): Valódi mézet az európai fogyasztóknak! *Agrár- és Környezetjog*, 25, pp. 229-243. <http://dx.doi.org/10.21029/JAEL.2018.25.213>

- [13] Oravec, T., Kovács, I. (2019): A hazai termelői mézek és méhészeti termékek iránti fogyasztói bizalom kvalitatív vizsgálata. *Jelenkori Társadalmi és Gazdasági Folyamatok*, 14, pp. 79-89.
- [14] Magyar Élelmiszerkönyv (Codex Alimentarius Hungaricus) 2-100 számú irányelve Megkülönböztető minőségi jelöléssel ellátott mézfélékről 1. kiadás, 2009
- [15] Magyar Élelmiszerkönyv (Codex Alimentarius Hungaricus) 3-2-2009/1 számú irányelv Méz mintavételi és vizsgálati módszerei 1. kiadás, 2009
- [16] ISO/TC34/SC19 Standard on Bee products. (2021): Retrieved from <https://www.iso.org/committee/6716626.html>. Elérés: 2021. 06. 10.
- [17] da Silva, P. M., Gauche, C., Gonzaga, L. V., Oliveira Costa, A. C., Fett, R. (2016): Honey: Chemical composition, stability and authenticity. *Food Chemistry*, 196, pp. 309-323. <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodchem.2015.09.051>
- [18] Bodor, Zs., Benedek, Cs., Urbin, Á, Szabó, D., Sipos, L. (2021): Colour of honey: can we trust the Pfund scale? – An alternative graphical tool covering the whole visible spectra, *LWT – Food Science and Technology*, <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2021.111859>
- [19] MSZ 6943-1:1979. Méz kémiai és fizikai vizsgálata. Víz-, illetve szárazanyagtartalom meghatározása
- [20] MSZ 6943-4:1982. Méz kémiai és fizikai vizsgálata. Cukortartalom meghatározása
- [21] MSZ 6943-2:1980. Méz kémiai és fizikai vizsgálata. Vízben oldhatatlan szilárd anyagok és hamutartalom meghatározása
- [22] MSZ 6943-5:1989. Méz kémiai és fizikai vizsgálata. Hidroxi-metil-furfurol-tartalom (HMF) meghatározása
- [23] Bogdanov, S. (2002): Harmonised methods of the International Honey Commission. International Honey Commission (IHC). Swiss Bee Research Centre, FAM, Liebefeld. http://www.terezinka.cz/vcely/Med/IHCmethods_e.pdf (Hozzáférés: 2021.06.10.)
- [24] MSZ 6943-3:1980. Méz kémiai és fizikai vizsgálata. Savfok és pH meghatározása
- [25] ISO 12824: 2016. Royal jelly-Specifications
- [26] ISO 763:2003. Fruit and vegetable products-Determination of insoluble ash in hydrochloric acid
- [27] Smetanska, I., Alharthi, S. S., Selim, K. A. (2021): Physicochemical, antioxidant capacity and color analysis of six honeys from different origin. *Journal of King Saud University – Science*, 33, 101447. <https://doi.org/10.1016/j.jksus.2021.101447>
- [28] Czipa, N., Borbélyné Varga, M., Győri, Z. (2008): A méz minősítéséhez és nyomonkövethetőségéhez szükséges vizsgálatok. *Agrártudományi Közlemények*, 20, pp. 25-32.
- [29] De-Melo, A. A. M., Almeida-Muradian, L. B., Sancho, M. T., Maté, A. P. (2017): Composition and properties of *Apis mellifera* honey: A review. *Journal of Apicultural Research*, 2017, pp. 5-37. <https://doi.org/10.1080/00218839.2017.1338444>
- [30] Tischer-Seraglio, S. K., Silva, B., Bergamo, G., Brugnerotto, P., Gonzaga, L. V., Fett, R., Oliveira Costa, A. C. (2019): An overview of physicochemical characteristics and health-promoting properties of honeydew honey. *Food Research International*, 119, pp. 44-66. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2019.01.028>
- [31] Sajtos, Zs., Herman, P., Harangi, S., Baranyai, E. (2019): Elemental analysis of Hungarian honey samples and bee products by MP-AES method. *Microchemical Journal*, 149, 103968. <https://doi.org/10.1016/j.microc.2019.103968>
- [32] Shafiee, S., Minaei, S., Moghaddam-Charkari, N., Barzegar, M. (2014): Honey characterization using computer vision system and artificial neural networks. *Food Chemistry*, 159, pp. 143-150. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2014.02.136>
- [33] Kaskonienė, V., Venskutonis, P. R. (2010): Floral markers in honey of various botanical and geographic origins: A review. *Comprehensive reviews in Food Science and Food Safety*, 9, pp. 620-634. <https://dx.doi.org/10.1111/j.1541-4337.2010.00130.x>
- [34] Hermosin, I., Chicón, R. M., Cabeduzo, M.D. (2003): Free amino acid composition and botanical origin of honey. *Food Chemistry*, 83, pp. 263-268. [https://dx.doi.org/10.1016/S0308-8146\(03\)00089-x](https://dx.doi.org/10.1016/S0308-8146(03)00089-x)
- [35] Kowalski, S., Kopuncová, M., Ciesarová, Z., Kukurová, K. (2017): Free amino acids profile of Polish and Slovak honeys based on LC-MS/MS method without the prior derivatisation. *Journal of Food Science and Technology*, 54, pp. 3716-3723. <https://dx.doi.org/10.1007/s13197-017-2838-7>

- [36] 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.
- [37] Iglesias, M. T., Martín-Álvarez, P., Carmen Polo, M., Lorenzo, C., González, M., Pueyo, E. (2006): Changes in the free amino acid contents of honeys during storage at ambient temperature. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 54, pp. 9099-9104. <https://dx.doi.org/10.1021/jf061712x>
- [38] Zhao, H., Cheng, N., Zhang, Y., Sun, Z., Zhou, W., Wang, Y., Cao, W. (2018): The effects of different thermal treatments on amino acid contents and chemometric-based identification of overheated honey. LWT - Food Science and Technology, 96, pp. 133-139. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2018.05.004>
- [39] Novák, A., Kovács, B., Czipa, N. (2017): Méz és gyógynövény-kivonatos méhtermékek minőségi paramétereinek összehasonlító vizsgálata. Agrártudományi Közlemények, 72, pp. 117-120. <https://doi.org/10.34101/actaagrar/72/1601>
- [40] Nepi, M., Soligo, C., Nocentini, D., Abate, M., Guarnieri, M., Cai, G., Bini, L., Puglia, M., Bianchi, L., Pacini, E. (2012): Amino acids and protein profile in floral nectar: Much more than a simple reward. Flora, 207, pp. 475-481. <https://dx.doi.org/10.1016/j.flora.2012.06.002>
- [41] Kečkeš, J., Trifkovič, J., Andrič, F., Jovetič, M., Tešič, Ž., Milojevič-Opsenica, D. (2013): Amino acids profile of Serbian unifloral honeys. Journal of the Science of Food and Agriculture, 93, pp. 3368-3376. <https://dx.doi.org/10.1002/jsfa.6187>
- [42] Campos, M., Bogdanov, S., Almedia-Muradian, L. B., Szesna, T., Mancebo, Y., Frigerio, C., & Ferriera, F. (2008): Pollen composition and standardisation of analytical methods. International Bee Research Association, 47, pp. 154-161. <https://doi.org/10.1080/00218839.2008.11101443>
- [43] Radev, Z. (2019): Collected pollen by the honeybee (*Apis mellifera* L.). New Knowledge Journal of Science, 8, pp. 69-79.
- [44] Kirk, W. D. J. (2018): The colours of pollen available to honey bees through the year. Bee World, 95, pp. 74-77. <https://doi.org/10.1080/0005772X.2018.1449280>