

PÉCSI TUDOMÁNYEGYETEM

Biológiai és Sportbiológiai Doktori Iskola

Különböző botanikai és földrajzi eredetű hazai nektárforrások, vegyes- és fajtamézek komplex elemzése

Ph.D. értekezés tézisei

Lengyelné Bodó Alexandra

Témavezetők:

Dr. Farkas Ágnes
egyetemi docens

Dr. Kocsis Marianna
egyetemi docens

PÉCS, 2022

1. Bevezetés

A nektár a növények nektáriumainak (nektármirigyeinek) édes, viszkózus szekréuma (Amtmann, 2009). A nektár térfogatát és összetételét számos ökológiai paraméter befolyásolja, mint például a mikroklimatikus viszonyok (levegő hőmérséklet, relatív páratartalom, párolgás, napsugárzás mennyisége, szélsébség), valamint a talaj jellemzői. A talaj jellemzőihez tartozik a nedvességszint, hőmérséklet és szellőzöttség (Fahn, 1949; Dafni és mtsai., 1988; Zimmerman, 1988; Petanidou és mtsai., 2000; Mačuković-Jocić és mtsai., 2004; Silva és mtsai., 2004; Mačuković-Jocić és mtsai., 2005; Mačuković-Jocić, 2006; Pacini & Nepi, 2007; Mačuković-Jocić és mtsai., 2008; Lu és mtsai., 2015).

A medvehagyma (*Allium ursinum* L.) egy hagymás, évelő lágyszárú egyszikű, amely széles körben elterjedt Európa lombhullató erdőiben (Tutin, 1942), valamint Ázsia (Tutin, 1942; Stearn, 1947) és Afrika (Schmid, 1975) egyes vidékein. A fajt hagyományosan ételmezési és gyógyászati célokra használják, például vérnyomás és koleszterinszint csökkentésére (Reuter, 1995; Sobolewska és mtsai., 2015). Emellett a virágok által termelt nektárból fajtaméz nyerhető. Így érdeklődésre tarthat számot, hogy a fent említett éghajlati és talajjellemzők közül melyek és milyen mértékben befolyásolják a virágok nektártermelését. Hazai viszonylatban korábbi kutatások már tisztázták, hogy a medvehagyma termőhelye és annak mikroklimatikus viszonyai hogyan hatnak a nektár mennyiségére és minőségére (Farkas és mtsai., 2012). Ugyanakkor a talaj különböző paramétereinek az *A. ursinum* nektártermelésére gyakorolt hatását még nem tárták fel.

A méz egy összetett élelmiszer, amely ősidők óta fontos szerepet játszik az emberi táplálkozásban és a gyógyászatban. Legnagyobb részét különféle szénhidrátokból áll, de kismértékben tartalmaz más fontos komponenseket, mint például polifenolok, ásványi anyagok, vitaminok, szerves savak és enzimek (Bertoncelj és mtsai., 2007). Összetételének köszönhetően a méz gomba- és vírusellenes hatással, valamint antibakteriális és antioxidáns tulajdonsággal rendelkezik (Alvarez-Suarez és mtsai., 2010a,b,c). A mézek antioxidáns kapacitása egy viszonylag széleskörűen kielemezett téma (Aljadi & Kamaruddin, 2004; Beretta és mtsai., 2005; Bertoncelj és mtsai., 2007; Chua és mtsai., 2013; Gorjanović és mtsai., 2013; Isla és mtsai., 2013; Silva és mtsai., 2013). Viszont míg a mézek ásványianyag tartalma nemzetközi szinten jól kutatott (Rashed és Soltan, 2004; Terrab és mtsai., 2005; Conti és mtsai., 2007; Pisani és mtsai., 2008; Almeida-Silva és mtsai., 2011; Vanhanen és mtsai., 2011; Rajs és mtsai., 2017; Sager, 2017), addig a magyarországi mézek esetében egy alig vizsgált paraméter (Amtmann, 2009; Czipa és mtsai., 2015; Sajtó és mtsai., 2019).

2. Célkitűzések

2.1. Medvehagyma nektártermelésének vizsgálata

A nektárhozamot befolyásoló különféle ökológiai tényezők közül a talaj tulajdonságai ugyanolyan fontosak lehetnek, mint a mikroklimatikus jellemzők. A medvehagyma nektártulajdonságait befolyásoló talaj-jellemzők tanulmányozása céljából az eredeti élőhelyükről begyűjtött növényeket különböző talajtípusokban, de azonos mikroklimatikus viszonyok között tartottuk, hogy kizárjuk a virágzási periódus alatti mikroklimatikus viszonyok hatását. A medvehagyma nektártermelésének vizsgálata során a következő kérdésekkel foglalkoztunk: (i) az *A. ursinum* mely nektártulajdonságait befolyásolják a mintavételi hely/talaj tulajdonságai; (ii) a talaj jellemzőinek hatása minden évben azonos-e; (iii) mely talajtulajdonságok befolyásolják a legnagyobb mértékben a nektártermelő virágok számát, valamint az egyes virágokban lévő nektár mennyiségét és cukortartalmát. Hipotéziseink a következők voltak: (i) a termőhelyek talajjellemzői közötti különbségek befolyásolják a nektárt termelő medvehagyma virágok számát, a termelt nektár mennyiségét és a cukortartalmát; (ii) a talajtényezők hatását az évente változó éghajlati tényezők módosíthatják.

2.2. Hazai mézek azonosítása pollenspektrum alapján, bioaktivitásuk vizsgálata, ásványi és toxikus anyagaik elemzése

A mézek minőségi paraméterei elsősorban botanikai eredetüktől függenek, amelyet a mézekben található pollen-összetétel és ennek mennyisége határoz meg. Munkánk célja első lépésben a beszerzett mézminták azonosítása volt, azok pollenspektrumának pontos feltérképezésével. A nektárforrás detektálásával egyértelműen bizonyítható, hogy az adott méz fajtaméznek, vagy vegyes virágméznek tekinthető-e. Ennek alapján haladtunk tovább, és választottuk ki a valóban fajtamézeket tartalmazó csoportot; a fajtamézként vásárolt, de valójában vegyes virágméznek bizonyult mézmintákat; és a vegyesvirág mézeket, amelyek változatos virágpor tartalma szintén fontos információkat szolgáltatott.

A méz tulajdonságait kisebb mértékben bár, de befolyásolják egyéb környezeti tényezők, pl. a földrajzi eredet és az évjárat is. Erre fókuszáltunk a repce- és medvehagyma (melyet a pollen-összetétel alapján kora tavaszi virágmézként azonosítottunk) mézmintáink esetén, amelyek két évjáratból és több helyről származtak. Célunk ez esetben a fent említett két külső tényező lehetséges befolyásának tanulmányozása volt a vizsgált mézek antioxidáns paramétereire, makro- és mikroelem-, esetleges toxikus anyag tartalmára.

Továbbá a magyarországi fajtamézek és vegyes virágmézek színének, bioaktivitásának, makro- mikro- és toxikus elemtartalmának vizsgálatával olyan tulajdonság-készlet összeállítását tűztük ki célul, amely alapján az adott mézfajták jól azonosíthatók. Munkánk eredménye egyben hiánypótlás, ugyanis a szakirodalmak között a magyar mézekről ilyen szempontú és mélységű mézanalízis nem található. Továbbá a botanikai eredet, az antioxidáns kapacitás és az elemtartalom összefüggéséről szintén kevés adat áll rendelkezésünkre. Ennek megfelelően a kiválasztott mézek palettája a természet, bő nektártermelő növényekből származó mézektől, a viszonylag ritka, speciális mézekig terjedt, amelyet csak néhány méhészet készít mind hazánkban, mind világszerte. Komplex analízisünk további hozadéka, amelyet végső célkitűzésként fogalmaztunk meg, a vizsgált karakterkészletek összehasonlítása a mézeket pontosan azonosító és egymástól megkülönböztető határfokok tekintetében.

3. Anyagok és módszerek

3.1. Medvehagyma nektártermelésének vizsgálata

A medvehagyma példányokat két különböző évben (2013 és 2015), – első évben 14, majd 8 – különböző mintavételi helyről gyűjtöttük be. A mintavételi helyek között mezikus lombhullató erdők (gyertyános-tölgyes, bükkös és szurdokerdők) és hordalékos erdők (tölgy-kőris-szil elegyes keményfás galériaerdő) szerepeltek (Kevey, 2008; Borhidi és mtsai., 2012). A növényeket eredeti talajukkal együtt cserepekbe ültettük, és azonos mikroklímátikus viszonyok között tartottuk a kísérlet ideje alatt.

A nektár mérése előtt 24 órával, közvetlenül az antézis előtt az *A. ursinum* virágokat szúnyoghálóval fedtük le, hogy kizárjuk a viráglátogató rovarokat. A nektárt mikropapilláris módszerrel gyűjtöttük a magház tövéből. A nektár szárazanyag-tartalmát – amely gyakorlatilag megfelel a cukortartalmának – tömegszázalékban kifejezve, kézi refraktométerrel (ATAGO N-50E) mértük.

A talajparaméterek nektártermelésre gyakorolt hatásának megállapítása érdekében teljes talajelemzési protokollt végeztünk, élőhelyenként 3 párhuzamos mintán. A talajvizsgálatot a magyar szabványok szerint a Kaposvári Egyetem Akkreditált Talajlaboratóriumában (104/2015/LAB/NÉBIH) végeztük. A vizsgált talajparaméterek közé tartozott az Arany-féle kötöttségi szám (PA), pH(KCl), pH(H₂O), kalcium-karbonát (CaCO₃), szerves anyag (humusz), vízben oldódó sók (sótartalom), nitrogéntartalom [nitrit (NO₂) + nitrát (NO₃)], vas, kálium-oxid (K₂O), magnézium, mangán, foszfor, cink, szulfát (SO₄) és réz.

Az *A. ursinum* összes nektár-jellemzőjének statisztikai elemzését lineáris vegyes modellekkel végeztük lm4-csomag segítségével (Bates és mtsai.,2014). A hipotézisek tesztelését Chi-négyzet tesztekkel végeztük. A páronkénti összehasonlításhoz Tukey post-hoc tesztekkel végeztünk mindkét esetben multcomp csomaggal (Fijen és mtsai.,2020), hogy össze tudjuk hasonlítani az összes kísérleti elrendezés közötti különbségeket.

3.2. Hazai mézek azonosítása pollenspektrum alapján, bioaktivitásuk vizsgálata, ásványi és toxikus anyagaik elemzése

A vizsgált mézmintákat termelőktől szereztük be. A mintákat sötét helyen, szobahőmérsékleten (20-21°C) tároltuk maximum 3 hétig.

A mézek pollen-készletének kvalitatív és kvantitatív mikroszkópos elemzését Von Der Ohe és mtsai. (2004) alapján végeztük apróbb módosításokkal. A karakterisztikus pollentaxon százalékos gyakoriságát minden mintában kiszámoltuk. Maurizio (1975) előírását tekintettük kiindulási pontnak, miszerint akkor tekinthetünk egy mézet fajtaméznek (uniflorálisnak), amennyiben a pollenvizsgálat során legalább 45%-ban tartalmazza az adott taxont, miközben a pollen reprezentáltságát is figyelembe vettük. A mézek pollenspektrum analízisét is elvégeztük, amelynek során a pollen típusokat a 4 gyakorisági csoport egyikébe soroltuk: túlsúlyban lévő/nagyon gyakori (domináns) pollen típus (>45%-a az összes megszámlolt pollenszemnek), másodlagos/gyakori pollen típus (16%-45%), ritka pollen típus (3%-15%), és egyedi pollen típusok (<3%).

Ezt követően a mézminták színintenzitásának mérését Beretta és mtsai. (2005) alapján végeztük. A nettó abszorbancia értéket a 450 és 720 nm-en mért elnyelés közötti különbséggként határoztuk meg, Shimadzu UV-1800 spektrofotométer segítségével, majd az eredményeket milli-abszorbancia egységben (mAU) adtuk meg.

Az antioxidáns kapacitás mérő módszerek közül alkalmaztunk három elektronátmeneten alapuló (SET: TRC, TEAC, DPPH) és egy hidrogénatom-átmeneten alapuló (HAT: ORAC) módszert. A teljes redukálóképességet (TRC) Folin-Ciocalteu módszer segítségével határoztuk meg Singleton és mtsai.(1999) leírása szerint, apróbb módosításokkal, és az eredményeket mg galluszsav ekvivalens (GAE) kg⁻¹ mézben adtuk meg. A DPPH (1,1-difenil-2-pikrilhidrazil) gyök megkötésén alapuló mérést Beretta és mtsai. (2005) és Bertoneclj és mtsai. (2007) által kidolgozott módszer alapján végeztük, plate reader-re adaptálva. A kalibrációhoz Troloxot használtunk. A szabadgyök-elnyelő aktivitást IC₅₀-ben adtuk meg, ami a mézminta azon koncentrációját jelöli, ami a DPPH gyök 50%-ának megkötéséhez szükséges. A Troloxra vonatkoztatott antioxidáns kapacitás (TEAC) mérés az ABTS kation

gyök (ABTS^{•+}) mennyiségének spektrofotometriás mérésén alapul. A kalibrálást itt is Trolox-szal végeztük. Az eredményeket $\mu\text{mol TE } 100 \text{ g}^{-1}$ méz értékben adtuk meg (Re és mtsai., 1999). Az ORAC (oxigéngyök elnyelő kapacitás) vizsgálatot Patay és mtsai. (2016) és Kőszegi és mtsai. (2017) leírása alapján végeztük. Az antioxidáns kapacitás értékeket $\mu\text{mol Trolox ekvivalens (TE) g}^{-1}$ egységben adtuk meg.

A makro- és mikroelem tartalom meghatározását induktív csatolású plazma atomemissziós spektrometriával (továbbiakban ICP-AES) végezték a PTE Szőlészeti és Borászati Kutatóintézetben. A készüléket szervetlen referencia standardokkal kalibrálták a 20 különféle elemhez.

A statisztikai elemzést az Excel® (Microsoft Corp., Redmond, WA, USA) és a PAST (Paleontological statistics Software Package) 3.11 verziójával, 5%-os szignifikancia szint ($p < 0,05$) alkalmazásával végeztük (Hammer és mtsai., 2001). A normalitás vizsgálat Shapiro-Wilk teszttel készült. Az adatokat átlag \pm szórással (SD) adtuk meg, korrelációs mátrixnál 5% ($p < 0,05$), 1% ($p < 0,01$) és 0,1% ($p < 0,001$) szignifikancia szinteket határoztunk meg. A páronkénti összehasonlításhoz Student t-tesztet alkalmaztunk. A mért paraméterek közötti kölcsönhatást Pearson-féle rangkorreláció segítségével vizsgáltuk. A fajtamézek közötti kapcsolatot az összes mért paraméter figyelembe vételével, főkomponens analízissel (PCA) és az R 3.5.3. statisztikai program ggfortify 0.4.8. csomagjának használatával elemeztük (Horikoshi és mtsai., 2016). A tárgyponatok (mézfajták) közötti távolságokat euklideszi távolságokkal számoltuk.

4. Új tudományos eredmények

4.1. Medvehagyma nektártermelésének vizsgálata

Az *A. ursinum* nektártermelő virágainak aránya az első vizsgálati évben 0,0-82,8% között, míg a második évben 3,9-55,7% között mozgott. Megállapítottuk, hogy mind a mintavételi évek, mind a helyszínek, sőt ezek kölcsönhatása is jelentősen befolyásolta ezt a paramétert. A nektártermelő virágok arányát a termőhely erősebben befolyásolta ($df=7$; $\chi^2=69,043$; $p < 0,001^{***}$), mint az évjárat ($df=1$; $\chi^2=15,477$; $p < 0,001^{***}$). Az élőhelyek közötti különbségek főként annak tudhatók be, hogy egyes helyeken a virágok nagy része egyáltalán nem termelt nektárt. Az egyes virágok nektártérfogatának a mérési évekhez való viszonyát elemezve erősen szignifikáns összefüggést találtunk ($df=1$; $\chi^2=83,641$; $p < 0,001^{***}$), míg kisebb, de szignifikáns eltérést tapasztaltunk a helyszínek ($df=7$; $\chi^2=14,233$; $p < 0,05^*$) és az év-helyszín interakció ($df=7$; $\chi^2=18,325$; $p < 0,05^*$) tekintetében. A két év között erősen

szignifikáns különbség volt az egyes virágok nektárjának cukortartalmát illetően ($df=1$; $\chi^2=57,867$; $p<0,001^{***}$) és kisebb, de statisztikailag releváns eltérést találtunk az élőhelyek között is ($df=7$; $\chi^2=23,776$; $p<0,01^{**}$). Ezen túlmenően, az „Év x Helyszín” interakció rendkívül szignifikáns volt ($df=7$; $\chi^2=41,428$; $p<0,001^{***}$). Az *A. ursinum* növények által termelt nektár átlagos cukorkoncentrációja az első évben $30,5\pm 6,04\%$, a második évben $34,09\pm 3,92\%$ volt, míg az egyes virágokban $10,0-45,0\%$, illetve $25,0-47,0\%$ volt. A nektár átlagos cukorkoncentrációja az egyes egyedekben szignifikánsan különbözött a két évben a legtöbb helyen ($df=1$; $\chi^2=9,946$; $p<0,01^{**}$), kivéve a 10. és 12. élőhelyet. Szignifikáns különbség nem volt felfedezhető a helyszínek tekintetében ($df=7$; $\chi^2=6,106$; $p=0,527$), de az „Év x Helyszín” interakció igen szignifikáns volt ($df=7$; $\chi^2=24,176$; $p<0,001^{***}$). Vizsgálatunk kimutatta, hogy az egyes *A. ursinum* növények teljes nektártérfogata és a vizsgálati helyszínek vagy évek között nem állt fenn szignifikáns kapcsolat; míg az egyes virágok nektárcukor-koncentrációja szignifikánsan különbözött a termőhelyek és a vizsgálati évek függvényében.

A talajparaméterek közül gyenge, de szignifikáns kapcsolatot mutattunk ki a humusztartalmat illetően ($df=1$; $\chi^2=4,283$; $p<0,05^*$; $r^2=0,303$), míg a vas ($df=1$; $\chi^2=12,376$; $p<0,001^{***}$; $r^2=0,371$) és szulfát ($df=1$; $\chi^2=11,662$; $p<0,001^{***}$; $r^2=0,402$) tekintetében erősen szignifikáns volt a kapcsolat a nektárt termelő medvehagyma virágok számával. Vizsgálatunk során azt tapasztaltuk, hogy a talaj foszfáttartalma közel szignifikáns pozitív hatással volt a nektárt adó virágok számára ($df=1$; $\chi^2=3,741$; $p=0,089$) és a nektárcukor koncentrációjára ($df=1$; $\chi^2=2,900$; $p=0,099$). Statisztikailag releváns negatív korrelációt találtunk a nektárt kiválasztó virágok aránya és a talaj szulfáttartalma között ($df=1$; $\chi^2=6,428$; $p<0,05^*$; $r^2=0,352$), valamint a humusztartalma ($df=1$; $\chi^2=7,063$; $p<0,01^{**}$) között. A talajparamétereket az egyedek összes nektártérfogatához viszonyítva szignifikáns összefüggést találtunk a humusz ($df=1$; $\chi^2=6,332$; $p<0,01^{**}$; $r^2=0,362$) és a vas ($df=1$; $\chi^2=6,752$; $p<0,01^{**}$; $r^2=0,298$) tekintetében, és alacsonyabb, de releváns korrelációt észleltünk a magnéziummal ($df=1$; $\chi^2=6,162$; $p<0,05^*$; $r^2=0,247$) és a szulfáttal ($df=1$; $\chi^2=5,152$; $p<0,05^*$; $r^2=0,310$). Minden megfigyelt korreláció negatív volt, kivéve a magnéziumot, amely pozitív korrelációt mutatott. Az átlagos nektártérfogat pusztán a pH(KCl)-val ($df=1$; $\chi^2=5,271$; $p<0,05^*$; $r^2=0,185$) mutatott csekély, de szignifikáns korrelációt, míg az átlagos nektárcukorkoncentráció egyik talajparaméterrel sem függött össze. A többi vizsgált talajtényező (PA; oldható sók; Ca, Cu, K, N, Na, Zn tartalom) esetében statisztikailag szignifikáns eredmény nem született.

4.2. Hazai mézek azonosítása pollenspektrum alapján, bioaktivitásuk vizsgálata, ásványi és toxikus anyagaik elemzése

A mézek melisszopolinológiai vizsgálata során megállapítottuk, hogy a repcemézek –mind 80% feletti domináns pollenaránnyal– fajtaméznek minősíthetők, míg a medvehagyma mézként vásárolt minták kora tavaszi vegyes virágméznek tekintendők. Ezenfelül 10 féle fajtamézet (akác, ámorakác, facélia, hárs, napraforgó, szelídgesztenye, édeskömény, mezei zsálya, selyemfű, aranyvessző) és további két vegyes virágmézet (MF-*Tilia* és MF-Lamiaceae) tudunk vizsgálataink során azonosítani.

A repce és a kora tavaszi vegyes virágmézek színének vizsgálatakor megállapítottuk, hogy ez utóbbi szignifikánsan magasabb színintenzitással rendelkezik. Az antioxidáns kapacitás mérő módszerek is egyöntetűen magasabb aktivitást mutattak a vegyes virágmézek esetében, mint a repcemézeknél. E két paraméter közötti pozitív korrelációt számos kutatás alátámasztja (Bertoncelj és mtsai., 2007; Alvarez-Suarez és mtsai., 2010; Gorjanović és mtsai., 2013). Első vizsgálatunk eredményei kimutatták, hogy az évjárat és földrajzi eredet nem befolyásolta szignifikánsan a mézek teljes antioxidáns kapacitását, ezzel szemben a florális eredet és a szín meghatározó jelleggel bírt.

Mindkét méztípus esetében a legnagyobb mennyiségben előforduló makrotápanyag a kálium volt, ezt követte a kalcium, foszfor, kén, magnézium és a nátrium. Makroelemek tekintetében nem tapasztaltunk releváns különbséget az évjáratok között, míg a földrajzi eredet hatással volt a repceméz minták makroelem profiljára. A vizsgált mikroelemek között, a repceméz mintákban a bór, vas és mangán, míg a vegyes virágméz mintákban a réz és cink volt detektálható a fent említett elemeken kívül. Ezek közül egyedül a mangántartalom esetében láttunk szignifikáns különbséget a két méztípus között, a vegyes virágmézek javára. Az évjárat vagy a földrajzi eredet szerint a fent említett mikroelemek mennyisége nem különbözött.

A második vizsgálatunk során 8 különböző fajtaméz komplex analízisét végeztük el. A színintenzitás eredmények alapján ezeket két csoportra tudtuk osztani, világos színű és sötét színű mézek csoportjára. A világos színű mézek (akác, ámorakác, facélia és hárs) színintenzitása a 136 mAU-tól a 285 mAU-ig, míg a sötét színű mézek (napraforgó, szelídgesztenye, édeskömény, mezei zsálya) 719 mAU-tól a 1459mAU-ig terjedtek.

A magyarországi fajtamézek antioxidáns viselkedésének meghatározásához három különböző TAC mérő módszert (TRC, DPPH, ORAC) használtunk. A fajtamézek teljes antioxidáns kapacitás vizsgálata során megállapítottuk, hogy a világos színű mézek szignifikánsan alacsonyabb aktivitást mutattak, és értékeik szűkebb skálán mozogtak, mint a

sötét színű mézek esetében. A színek segítségével az összes mézet meg tudtuk különböztetni egymástól, míg az ámorakác méz és a facéliaméz TRC, DPPH és ORAC értékei szignifikánsan nem különböztek egymástól. Kiugró értéket mutatott azonban a hársmez, amelynek ORAC aktivitása szignifikánsan magasabb volt a világos színű mézekénél, sőt a sötét színű szelídgesztenyemézéhez volt hasonló. Kutatásunkban a mezei zsályaméz esetében kaptuk a legnagyobb TAC értékeket. A megfigyelés, miszerint a világos színű mézek alacsonyabb antioxidáns aktivitással rendelkeznek, mint a sötét mézek, a mi kutatásunk során is igaznak bizonyult, a hársmez kivételével.

A makrotápanyagok (K, Ca, P, S, Mg, Na) tekintetében a sötét színű mezei zsályaméz különösen gazdag volt ásványi anyagokban (átlagosan 3497 mg kg⁻¹), míg a világos színű facéliaméz szegénynek (átlagosan 222 mg kg⁻¹) bizonyult. A világos mézek csoportjában – a hárs kivételével – a teljes makroelem tartalom 300 mg kg⁻¹ alatt volt, míg a többi méztípusnál ez az érték 1000 mg kg⁻¹ feletti volt. Ahogy vártuk, a kálium a legnagyobb mennyiségben előforduló ásványi anyag az összes vizsgált fajtamézben. A hársmeznek szignifikánsan magasabb volt a kálium tartalma, és következésképpen a teljes makrotápanyag tartalma (1429 mg kg⁻¹) is magasabb volt, mint a többi világos mézé, sőt még a sötét színű napraforgóénál (1034 mg kg⁻¹) is. Ugyanabban a mézmintában összehasonlítottuk a kalcium és foszfor, illetve a kén és magnézium tartalmat. Szignifikáns különbséget ($p < 0,05$) tapasztaltunk a mézfajták között a következő sorrendben: hárs, napraforgó és szelídgesztenye méznek magasabb a kalcium tartalma, mint a foszforé, míg a világos színű akác, ámorakác, facélia, illetve a sötét édeskömény és mezei zsályaméz fordított relációt mutattak. A kén és magnézium szintén különböző mennyiségi kapcsolatot mutatott a mézfajtákban. A kéntartalom magasabb volt, mint a magnéziumtartalom a világos színű akác, ámorakác és facélia méz esetében, míg a sötét színű édeskömény és mezei zsályamézénél ez az arány fordított.

A mikroelemek (bór, réz, vas, mangán, cink) közül a sötét mézekben mindegyik jelen volt, míg a réz, vas és mangán kimutathatósági szint alatt volt néhány világos színű méznél. Következésképpen a sötét színű mézek csoportja szignifikánsan gazdagabb volt mikrotápanyagokban, mint a világos mézek. A szelídgesztenyeméz volt a leggazdagabb, míg az ámorakácmez a legszegényebb a mikroelem-tartalmát tekintve, sorrendben 17,3 mg kg⁻¹ és 3,0 mg kg⁻¹ átlagos mennyiségekkel. A mikroelemek szerint a facélia elválasztható volt a többi világos színű méztől a szignifikánsan magasabb bór- és cinktartalmának köszönhetően, és a szelídgesztenyeméz kitűnt a sötét színű mézek közül az extrém magas mangántartalmával. A vizsgált mikrotápanyagok között a bór jelent meg a legnagyobb mennyiségben az összes vizsgált méztípusnál, kivéve a szelídgesztenyemézet.

A nyomelemek csoportjából kilenc elemet vizsgáltunk: alumínium, arzén, kadmium, kobalt, króm, molibdén, nikkel, ólom és vanádium. A hárs, napraforgó és szelídgesztenye minta közül a három biológiai ismétlésből egy-egy tartalmazott alumíniumot (sorrendben 1,07, 1,04 és 1,76 mg kg⁻¹). A szelídgesztenye-, édeskömény- és mezei zsályaméz számszerűsíthető kadmium tartalmat mutatott (sorrendben 0,12, 0,22 és 0,40 mg kg⁻¹), míg nikkelt csak az egyik szelídgesztenyeméz mintában tudtunk kimutatni (0,15 mg kg⁻¹). A többi kimutatási határ (<0,1 mg kg⁻¹) alatt volt, ami jelzi, hogy a kutatásunkban vizsgált mézek nektárforrása nem szennyeződött vagy csak nagyon csekély mértékben.

A magyarországi fajtamézek színének, antioxidáns aktivitás értékeinek és a makro- és mikroelem mennyiségének adatmátrixát Pearson's féle korreláció és főkomponens analízis (PCA) segítségével elemeztük, hogy további információt nyerjünk komplex analízisükhöz. A korábbi kutatásokhoz hasonlóan (Beretta és mtsai., 2005; Sowa és mtsai., 2014) lineáris korrelációt figyeltünk meg a szín és a teljes antioxidáns kapacitás (TAC) értékek között, és az egyes TAC módszerek között. Az összes vizsgált mikro- és makroelem jól korrelált a színnel, kivéve a mangánt ($r=0,257$; $p>0,05$). Vizsgálatainkban megerősítettük az alábbi antioxidáns vizsgálatok és a makroelemek közötti kapcsolat létjogosultságát: a TRC és a magnézium, foszfor, kén között, a DPPH és a kalcium között, valamint az ORAC és a mézek káliumtartalma között. A mikroelemek, úgymint a bór, a réz és a vas szignifikánsan korreláltak az antioxidáns kapacitásokkal.

A harmadik kutatásunkban kétféle uniflorális méz szerepelt, a hungarikumnak nyilvánított selyemfű-, illetve az aranyvesszőméz. Mindkettő hazánkba behurcolt, invazív növényfajokról származó méz. A világosabb színű selyemfű (vagy másnéven selyemkóró) mézet fajtaméznek tekintettük az érzékszervi tulajdonságaira alapozva, mivel ennél a különleges méznél a pollenanalízis nem igazolhatja a botanikai eredetet, mert a méhek nem tudnak erről a növényről pollíniumokat gyűjteni. A sötétebb színű aranyvessző méz pollenspektruma, elvárásainknak megfelelően, a *Solidago* pollent mutatta a domináns pollen típusként. Érzékszervi karakterisztikájával együtt egyértelműen igazolható volt uniflorális eredete. Ehhez a két fajtamézhez kerestünk olyan előzetesen levizsgált vegyes virágméz mintákat, amik színintenzitás szempontjából hasonlóknak tekinthetők. A leggyakrabban előforduló pollentípus a világosabb vegyes virágmézben a hárs (*Tilia*) pollen volt, míg a sötétebb méz esetében a Lamiaceae pollen.

Aselyemfű, aranyvessző és multiflorális mézek esetében négy különböző TAC módszert használtunk a bioaktivitásuk meghatározására. Az elektronátmeneten alapuló módszerek – TRC, TEAC és DPPH – eredményei párhuzamos tendenciát mutattak a mézek színével. A

TRC különbséget mutatott a selyemfű, az aranyvessző és a Lamiaceae-jellegű vegyes virágméz (MF-Lamiaceae) között, de a *Tilia*-jellegű vegyes virágméz (MF-*Tilia*) már nem különbözött szignifikánsan az uniflorális mézektől. A világos és sötét színű mézminták tisztán szétválaszthatók a TEAC eredményeik alapján. A DPPH módszer különböztette meg legkevésbé a vizsgált mézeket. A hidrogén-atom-átmeneten alapuló módszer, az ORAC elválasztotta az uni- és multiflorális mézeket egymástól. A legmagasabb elektronátmeneten alapuló antioxidáns kapacitást a sötét színű MF-Lamiaceae esetében mértük, míg a legalacsonyabbat a selyemfű adta. Az ORAC eredmények tekintetében az MF-*Tilia* mutatta a legmagasabb értéket, míg az aranyvessző a legalacsonyabbat.

Az összes makroelem-tartalom alapján szignifikánsan elválaszthatók voltak az uniflorális mézek a multiflorális mézektől, illetve a két vegyes virágméz egymástól. Ahogy az előző vizsgálataink alapján is vártuk, a leggyakrabban előforduló makrotápanyag ezekben a mézmintákban is a kálium volt. A többi makroelem különböző csökkenő mennyiségi sorrendben követte egymást a különböző mézek esetében. A kalcium volt a második leggyakrabban előforduló elem, kivéve a selyemfű mézet, ahol a foszfor következett mennyiségileg a kálium után.

A sötét színű mézek összes mikroelem tartalma szignifikánsan magasabb volt, mint a világos színű mézeké. Az összes méz minta tartalmazott bórt, míg vasat, mangánt és cinket nem detektáltunk néhány világos színű méznél. A vegyes virágmézek elválaszthatók voltak a fajtamézeketől szignifikánsan magasabb mangántartalmuknak köszönhetően, míg a vas- és cinktartalom szignifikánsan szétválasztotta a világos és sötét színű mézeket egymástól.

A selyemfű, aranyvessző és a két multiflorális méz vizsgálata során szintén kerestük azokat a paramétereket, amelyek segítségével egyértelműen elkülöníthető egymástól a négyféle méztípus. A főkomponens analízis során láthattuk, hogy mind az antioxidáns aktivitás és a szín, mind a makro- és mikroelem-tartalom alapján megkülönböztethetők egymástól ezek a mézfajták.

5. Összefoglalás

5.1. Medvehagyma nektártermelés vizsgálatának összefoglalása

Az *Allium ursinum* nektárparamétereinek és az évjárat-élőhely változók összefüggésének vizsgálata során megállapítottuk, hogy a nektárt termelő virágok számát, valamint az egyes virágok által termelt nektár mennyiségét és cukortartalmát az évjárat és az élőhely egyaránt befolyásolta.

A talaj humusz-, vas- és szulfáttartalma negatív korrelációt mutatott a nektárt termelő virágok számával. Az összes nektártérfogot negatívan korrelált a humusz- és vastartalommal, de pozitívan befolyásolta a talaj magnéziumtartalma.

A változó mikroklimatikus viszonyok megváltoztathatják a tápanyag-felhasználást, és ezzel együtt a növények nektártermelő képességét is ugyanazon az élőhelyen.

Eredményeink azt sugallják, hogy az *A. ursinum* virágai akkor képesek maximális nektárhozamot biztosítani, ha az élőhely talajviszonyai optimálisak a nektártermeléshez, ami nem feltétlenül jelenti azt, hogy a körülmények összességében optimálisak a növény számára. Emellett az éves éghajlati különbségek jelentős hatással lehetnek a növények nektártermelő képességére.

A nagyobb diverzitású medvehagyma-élőhelyek (pl. szurdokerdők, égerligetek és átmeneti gyertyános-tölgyes erdők) várhatóan egyenletesebben és fokozatosabban biztosítják a mézelő méhek számára a nektárt, mint a gyertyános-tölgyes erdők és bükkösök monodomináns medvehagyma társulásai.

Tanulmányunk eredményei hasznosak lehetnek a méhészek és a medvehagymamézet termelők számára. Az *A. ursinum* növénytársulások kiválasztásánál, ahova a méhkaptárokat kívánjuk elhelyezni, a fajhoz kapcsolódó nektártulajdonságok mellett az edafikus és mikroklimatikus jellemzőket is figyelembe kell venni.

5.2. Mézek bioaktivitás és ásványianyag-tartalom vizsgálatának összefoglalása

A mézek komplex elemzése során azt tapasztaltuk, hogy a melisszopalinológiai analízis jó eszköz a mézek fajtájának meghatározásában az érzékszervi és fizikai-kémiai karakterisztikát is figyelembe véve. A multiflorális mézeknél a pollenanalízis elkerülhetetlen, míg az uniflorális mézek általában jól azonosíthatók fizikai-kémiai jellemzők alapján.

Bizonyítottuk a korábbi irodalmakban közölt állítást, amennyiben a méz antioxidáns hatását főként a botanikai eredete befolyásolja.

Megállapítottuk, hogy összefüggés van nem csupán a mézek botanikai eredete, színe és antioxidáns tulajdonsága között, hanem azok ásványianyag-tartalma között is.

Bizonyítottuk, hogy a hidrogénatom-átmeneten alapuló(HAT) módszerek további hasznos információval szolgálhatnak, amennyiben az elektronátmeneten alapuló (SET) módszerek mellett alkalmazzuk őket. Továbbá jelen kutatás szoros összefüggést mutatott ki az ORAC antioxidáns módszer és a legfontosabb makroelem, a kálium között.

Bár a fajtamézek nagyobb piaci értéket képviselnek, mint a vegyes virágmézek, ez utóbbiakban nagy potenciál rejlik, multiflorális botanikai eredetük miatt, amely egyedi minőségi tulajdonságokat eredményezhet.

Megállapíthatjuk, hogy a feltárt markerek lehetőséget adtak arra, hogy egy adott mézhez olyan jellegzetes karakterisztikát rendeljünk, amely utal annak botanikai eredetére, minőségére és azonosságára.

6. Irodalomjegyzék

ALJADI, A.M.; KAMARUDDIN, M.Y. Evaluation of the phenolic contents and antioxidant capacities of two Malaysian floral honeys. *Food Chemistry* **2004**, *85*, 513-518.

ALMEIDA-SILVA, M.; CANHA, N.; GALINHA, C.; DUNG, H.M.; FREITAS, M.C.; SITO, T. Trace elements in wild and orchard honeys. *Appl Radiat Isot.* **2011**, *69*, 1592-1595.

ALVAREZ-SUAREZ, J.M.; GONZÁLEZ-PANAMÁS, A. M.; SANTOS-BUELGA, C.; BATTINO, M. J. Antioxidant characterization of native monofloral Cuban honeys. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* **2010**, *58*, 9817-9824.

ALVAREZ-SUAREZ, J.M., TULIPANI, S., DÍAZ, D., ESTEVEZ, Y., ROMANDINI, S., GIAMPIERI, F., DAMIANI, E., ASTOLFI, P., BOMPADRE, S., & BATTINO, M. Antioxidant and antimicrobial capacity of several monofloral Cuban honeys and their correlation with color, polyphenol content and other chemical compounds. *Food and Chemical Toxicology* **2010**, *48*, 2490-2499.

ALVAREZ-SUAREZ, J.M.; TULIPANI, S.; ROMANDINI, S.; BERTOLI, E.; BATTINO, M. Contribution of honey in nutrition and human health: A review. *Mediterranean Journal of Nutrition and Metabolism* **2010**, *3*, 15-23.

AMTMANN, M. *Különleges fajtamézek botanikai eredetének és illó komponenseinek összefüggése*. Ph.D. értekezés, Budapesti Corvinus Egyetem, Budapest, Magyarország, **2009**.

BATES, D.; MÄCHLER, M.; BOLKER, B.; WALKER, S. Fitting linear mixed-effects models using Lme4. *arXiv* **2014**, arXiv:1406.5823.

BERETTA, G.; GRANATA, P.; FERRERO, M.; ORIOLI, M.; FACINO, R.M. Standardization of antioxidant properties of honey by a combination of spectrophotometric/fluorimetric assays and chemometrics. *Anal. Chim. Acta* **2005**, *553*, 185-191.

BERTONCELJ, J.; DOBERŠEK, U.; JAMNIK, M.; GOLOB, T. Evaluation of the phenolic content, antioxidant activity and colour of Slovenian honey. *Food Chem.* **2007**, *105*, 822-828.

BORHIDI, A.B.; KEVEY, B. LENDVAI, G. Plant communities of Hungary. *Akadémiai Kiadó*, Budapest, Magyarország, **2012**.

CHUA, L.S.; RAHAMAN, N.L.A.; ADNAN, N.A.; EDDIE TAN, T.T. Antioxidant activity of three honey samples in relation with their biochemical components. *Journal of Analytical Methods in Chemistry*, **2013**, 1-8.

CZIPA, N.; ANDRÁSI, D.; KOVÁCS, B. Determination of essential and toxic elements in Hungarian honeys. *Food Chem.* **2015**, *175*, 536-542.

DAFNI, H; LENSKY, Y; FAHN, A. Flower and nectar characteristics of nine species of Labiatae and their influence on honeybee visits. *J. Apic Res.* **1988**, *27*, 103-114.

FAHN A. Studies in the ecology of nectar secretion. *Palestine J Bot Jerusalem Ser.* **1949**, *4*, 207-224.

FARKAS, Á.; MOLNÁR, R.; MORSCHHAUSER, T.; HAHN, I. (2012): Variation in nectar volume and sugar concentration of *Allium ursinum* L. ssp. *ucrainicum* in three habitats. *The Scientific World Journal* **2012**, Article ID 138579.

FIJEN, T.P.; SCHEPER, J.A.; VOGEL, C.; VAN RUIJVEN, J.; KLEIJN, D. Insect pollination is the weakest link in the production of a hybrid seed crop. *Agric. Ecosyst. Environ.* **2020**, *290*, 106743.

GORJANOVIĆ, S.Ž.; ALVAREZ-SUAREZ, J.M.; NOVAKOVIĆ, M.M.; PASTOR, F.T.; PEZO, L.; BATTINO, M.; SUŽNJEVIĆ, D. Ž. Comparative analysis of antioxidant activity of honey of different floral sources using recently developed polarographic and various spectrophotometric assays. *J. Food Compos. Anal.* **2013**, *30*, 13-18.

HAMMER, Ø.; HARPER, D.A.; RYAN, P.D. PAST: Paleontological statistics software package for education and data analysis. *Palaeontol. Electron.* **2001**, *4*, 9.

HORIKOSHI, M.; TANG, Y.; DICKEY, A.; GRENIÉ, M.; THOMPSON, R.; SELZER, L.; STRBENAC, D.; VORONIN, K. Data visualization tools for statistical analysis results. **2016**, Available online: <https://CRAN.R-project.org/package=ggfortify>

ISLA, M.; CORDERO, A.; DÍAZ, L.; PÉREZ-PÉREZ, E.M.; & VIT, P. 19. Cosmetic properties of honey. 1. Antioxidant activity. In P. Vit, D. W. Roubik (Eds). *Stingless bees process honey and pollen in cerumen pots*, Mérida, Venezuela: Facultad de Farmacia y Bioanálisis, Universidad de Los Andes, **2013**, 1-8.

KEVEY, B. Magyarország erdőtársulásai. *Tilia* **2008**, *14*, 1-488.

KÓSZEGI, T.; SALI, N.; RAKNIĆ, M.; HORVÁTH-SZALAI, Z.; CSEPREGI, R.; KONČIĆ, M. Z.; PAPP, N.; POÓR, M. A novel luminol-based enhanced chemiluminescence antioxidant capacity microplate assay for use in different biological matrices. *Journal of Pharmacological and Toxicological Methods* **2017**, *88*, 153-159.

LU, N.-N.; LI, X.-H.; LI, L.; ZHAO, Z.-G. Variation of nectar production in relation to plant characteristics in protandrous *Aconitum gymnantrum*. *J. Plant Ecol.* **2015**, *8*, 122–129.

MAČUKANOVIĆ-JOCIĆ, M. Morpho-physiological flower characteristics in selected Lamiaceae species in relation to honeybee attraction; Ph.D. thesis, University of Belgrade, Belgrade, Serbia, **2006**. (in Serbian)

- MAČUKANOVIĆ-JOCIĆ, M.; ĐURĐEVIĆ, L. Influence of microclimatic conditions on nectar exudation in *Glechoma hirsuta* W.K. *Arch. Biol. Sci.* **2005**, *57*, 119-126.
- MAČUKANOVIĆ-JOCIĆ, M.; DULETIĆ-LAUŠEVIĆ, S.; JOCIĆ G. Nectar production in three melliferous species of Lamiaceae in natural and experimental conditions. *Acta Vet.* **2004**, *54*:475-487.
- MAČUKANOVIĆ- JOCIĆ, M.; DAJIĆ-STEVANOVIĆ, Z.; JARIĆ, S.; ĐURĐEVIĆ, L. Nectar secretion in basil (*Ocimum basilicum* L.) grown in different soil conditions. *J. Apic. Res.* **2008**, *47*, 89-90.
- MAURIZIO, A. Microscopy of honey. In E. Crane (Ed.). *Honey: A Comprehensive Survey* **1975**, 240-257, London, UK: Heinemann.
- PACINI, E.; NEPI, M. Nectar production and presentation. In *Nectaries and Nectar*; Nicolson, S.W.; Nepi, M; Pacini, E. Eds.; Springer Netherlands: Dordrecht, The Netherlands, **2007**, pp. 167-214. ISBN 978-1-4020-5937-7.
- PATAY, É.B.; SALI, N.; KŐSZEGI, T.; CSEPREGI, R.; BALÁZS, V.L.; NÉMETH, T.S.; NÉMETH, T.; PAPP, N. Antioxidant potential, tannin and polyphenol contents of seed and pericarp of three *Coffea* species. *Asian Pacific Journal of Tropical Medicine*, **2016**, *9*, 366-371.
- PETANIDOU, T.; GOETHALS, V.; SMETS, E. Nectary structure of Labiatae in relation to their nectar secretion and characteristics in a Mediterranean shrub community - Does flowering time matter? *Plant Syst. Evol.* **2000**, *225*, 103-118.
- PISANI, A.; PROTANO, G.; RICCOBONO, F. Minor and trace elements in different honey types produced in Siena County (Italy). *Food Chemistry* **2008**, *107*, 1553-1560.
- RAJS, B.B.; FLANJAK, I.; MUTIĆ, J.; VUKOJEVIĆ, V.; ĐURĐIĆ, S.; PRIMORAC, L. Characterization of Croatian rape (*Brassica* sp.) honey by pollen spectrum, physicochemical characteristics, and multielement analysis by ICP-OES. *Journal of AOAC International* **2017**, *100*, 881-888.
- RASHED, M.N., & SOLTAN, M.E. Major and trace elements in different types of Egyptian mono-floral and non-floral bee honeys. *Journal of Food Composition and Analysis*, **2004**, *17*, 725-735.
- RE, R.; PELLEGRINI, N.; PROTEGGENTE, A.; PANNALA, A.; YANG, M.; RICE-EVANS, C. Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. *Free Radical Biology and Medicine*. **1999**, *26*, 1231-1237.
- REUTER, H.D. *Allium sativum* and *Allium ursinum*: Part 2. Pharmacology and medicinal application. *Phytomed* **1995**, *2*, 73-91.
- SAGER, M. The honey as a bioindicator of the environment. *Ecol. Chem. Eng. S.* **2017**, *24*, 583-594.
- SAJTOS, Z.; HERMAN, P.; HARANGI, S.; BARANYAI, E. Elemental analysis of Hungarian honey samples and bee products by MP-AES method. *Microchemical Journal* **2019**, *149*, 103968.
- SCHMID, E. Die Vegetationsgürtel Griechenlands. *Veröff Geobot Inst Rübel* **1975**, *55*, 37-71.

SILVA, T.M.S.; DOS SANTOS, F.P.; EVANGELISTA-RODRIGUES, A.; DA SILVA, E.M.S.; DA SILVA, G.S.; DE NOVAIS, J.S.; DOS SANTOS, F.A.R.; & CAMARA, C.A. Phenolic compounds, melissopalynological, physicochemical analysis and antioxidant activity of jandaíra (*Melipona subnitida*) honey. *Journal of Food Composition and Analysis* **2013**, 29, 10-18.

SINGLETON, V.L., ORTHOFER, R., & LAMUELA-RAVENTOS, R.M. Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of Folin-Ciocalteu reagent. *Methods in Enzymology* **1999**, 299, 152-178.

SOBOLEWSKA, D; PODOLAK, I; MAKOWSKA-WAŚ, J. *Allium ursinum*: botanical, phytochemical and pharmacological overview. *Phytochem Rev* **2015**, 14, 81-97.

SOWA, P.; GRABEK-LEJKO, D.; WESOŁOWSKA, M.; SWACHA, S.; DŽUGAN, M. Hydrogen peroxide-dependent antibacterial action of *Melilotus albus* honey. *Letters in applied microbiology* **2017**, 65, 82–89.

STEARNS, W.T. Geographical and other abbreviations in the Flora URSS by Komarov and others. *New Phytol* **1947**, 46, 61–67.

TERRAB, A.; RECAMALES, A.F.; GONZALEZ-MIRET, M.L.; HEREDIA, F.J. Contribution to the study of avocado honeys by their mineral contents using inductively coupled plasma optical emission spectrometry. *Food Chemistry* **2005**, 92, 305–309.

TUTIN, T.G. Biological flora of the British Isles. No.63. *Allium ursinum* L., *J Ecol* **1957**, 45, 1003–1010.

VANHANEN, L.P.; EMMERTZ, A.; SAVAGE, G.P. Mineral analysis of mono-floral New Zealand honey. *Food Chem.* **2011**, 128, 236-240.

VON DER OHE, W.; PERSANO ODDO, L.; PIANA, M.L.; MORLOT, M.; MARTIN, P. Harmonized methods of melissopalynology. *Apidology* **2004**, 35, 18-25.

ZIMMERMAN, M. Nectar production, flowering phenology, and strategies for pollination. *Plant Reprod. Ecol. Pattern Strateg.* **1988**, 41, 157–78.

7. Publikációs jegyzék

A dolgozat témájához kapcsolódó publikációk

KOCSIS, M.*; **BODÓ, A.***; KŐSZEGI, T.; CSEPREGI, R.; FILEP, R.; HOFFMANN, GY.; FARKAS, Á. Quality assessment of goldenrod, milkweed and multifloral honeys based on botanical origin, antioxidant capacity and mineral content. *International Journal of Molecular Sciences* **2022**, 23, 769, 13p. (IF=5.924) (*Megosztott első szerzőség)

BODÓ, A.*; FARKAS, Á.*; NAGY, D.U.; RUDOLF, K.; HOFFMANN, R.; KOCSIS, M.; MORSCHHAUSER, T. Soil humus, iron, sulphate and magnesium content affect nectar traits of wild garlic (*Allium ursinum* L.). *Plants* **2021**, 10, 597, 12p. (IF=3.935) (*Megosztott első szerzőség)

BODÓ, A.;RADVÁNYI, L.; KŐSZEGI, T.; CSEPREGI, R.; NAGY, D.U.; FARKAS, Á.; KOCSIS, M. Quality evaluation of light- and dark-colored Hungarian honeys, focusing on botanical origin, antioxidant capacity and mineral content. *Molecules***2021**, 26, 2825. (IF=4.411)

BODÓ, A.; RADVÁNYI, L.; KŐSZEGI, T.; CSEPREGI, R.; NAGY, D.U.; FARKAS, Á.; KOCSIS, M. Melissopalynology, antioxidant activity and multielement analysis of two types of early spring honeys from Hungary. *Food Bioscience***2020**, 35, 100587 (IF=4.240)

A dolgozat témájához nem kapcsolódó publikációk

BODÓ, A.,CSEPREGI, K., SZATA, B. É., NAGY, D. U., JAKAB, G., KOCSIS, M.: Bioactivity of Leaves, Skins and Seeds of Berry Color Variant Grapevines (*Vitis vinifera* L.). *Research and Reviews: Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry***2017** 5:1,16-22.

Konferenciakivonatok

ELVIN MAHARRAMOV, **ALEXANDRA BODÓ**, MARIANNA KOCSIS, ÁGNES FARKAS, CSABA FEKETE, GÁBOR PAPP: Sugar content and antifungal activity of seven different types of Hungarian honey. XVI. János Szentágothai Multidisciplinary Conference and Student Competition – Abstracts. Pécs, Magyarország, 2019. február 14-15. Abstract Book pp 245.

MARIANNA KOCSIS, **ALEXANDRA BODÓ**, LILLA RADVÁNYI, PÉTER TESZLÁK, DÁVID U. NAGY, ÁGNES FARKAS: Environmental impacts on bioactivity of grape and honey. FARMACEUTICKY OBZOR 151/08 p. 180

ALEXANDRA BODÓ, ÁGNES FARKAS, DÁVID U. NAGY, RITA CSEPREGI, TAMÁS KŐSZEGI, MARIANNA KOCSIS: Botanical origin and antioxidant activity of uni- and multifloral Hungarian honeys. 6th Edition of International Conference on Pharmacognosy and Medicinal Plants, Amsterdam, Hollandia, 2018. április 16-17. Abstract Book: page 71.

ALEXANDRA BODÓ, ÁGNES FARKAS, DÁVID U. NAGY, MARIANNA KOCSIS: Total Polyphenolic Content and Antioxidant Activity of rape (*Brassica napus* L.) and ramson (*Allium ursinum* L.) honeys. 9th Conference on Medicinal and Aromatic Plants of Southeast European Countries 9th CMAPSEEC, Plovdiv, Bulgária, 2016. május 26-29. Abstract Book: PP95.

Tudományos adatok:

Összesített impakt faktor: 18,54

Idézetek összesen: 17 (ebből független: 12)