

SZAKDOLGOZAT

Éles Viktória
2023

Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem
Élelmiszertudományi és Technológiai Intézet
Táplálkozástudományi Tanszék

Monoflorális virágporcsomók nyersfehérje-tartalmának és aminosav- összetételének vizsgálata

Éles Viktória
Budapest
2023

Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem
Élelmiszertudományi és Technológiai Intézet

Szak neve: BSc Élelmiszermérnöki
Táplálkozás-élelmiszertechológia

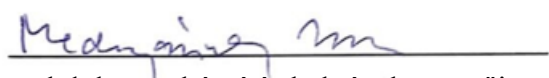
Szakdolgozat készítés helye: Táplálkozástudományi Tanszék

Hallgató: Éles Viktória

A szakdolgozat címe: Monoflorális virágporcsomók nyersfehérje-tartalmának és aminosav-összetételének vizsgálata

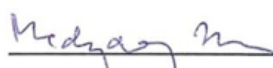
Konzulensek: Végh Rita, Dr. Mednyánszky Zsuzsanna,

Beadás dátuma: 2023. 11. 06.



szakdolgozat készítés helyének vezetője

Dr. Mednyánszky Zsuzsanna

konzulens

Végh Rita

Dr. Mednyánszky Zsuzsanna



Dr. Mednyánszky Zsuzsanna

Táplálkozás-élelmiszertechológia specializáció felelős

Tartalomjegyzék

1. BEVEZETÉS	1
2. CÉLKITŰZÉS	3
3. IRODALMI ÁTTEKINTÉS	4
3.1. MÉHÉSZETI TERMÉKEK	4
3.2. A VIRÁGPOR SZEREPE A NÖVÉNYEK ÉLETÉBEN	5
3.3. HOGYAN GYŰJTİK A MÉHEK A VIRÁGPORT?	6
3.4. A VIRÁGPOR SZEREPE A MÉHEK TÁPLÁLKOZÁSÁBAN	9
3.5. A VIRÁGPORCSOMÓK ÖSSZETÉTELE	10
3.6. A VIRÁGPOR TÁROLÁSA, TARTÓSÍTÁSA	14
3.7. A VIRÁGPOR TÁPLÁLKOZÁS-ÉLETTANI JELLEMZŐI.....	15
4. ANYAGOK ÉS MÓDSZEREK	20
4.1. VIZSGÁLT MINTÁK	20
4.2. ALKALMAZOTT MÓDSZEREK	23
5. EREDMÉNYEK ÉS ÉRTÉKELEÉSÜK.....	26
5.1. VIRÁGPORCSOMÓ MINTÁK BOTANIKAI ÖSSZETÉTELE.....	26
5.2. VIRÁGPORCSOMÓ MINTÁK AMINOSAV ÖSSZETÉTELÉNEK EREDMÉNYEI	26
5.3. ESSZENCIÁLIS AMINOSAV-TARTALOM	31
5.4. A POLLENMINTÁK ESSZENCIÁLIS AMINOSAV-PROFILJÁNAK ÖSSZEHASONLÍTÁSA NÉHÁNY ÉLELMISZERREL	35
5.5. NYERSFEHÉRJE TARTALOM	36
6. ÖSSZEFOGLALÁS	39
7. IRODALOMJEGYZÉK.....	41
NYILATKOZAT	

1. BEVEZETÉS

A méhek rendkívül fontos szerepet töltenek be a mindennapjainkban. Gyakran halljuk, hogy méhek nélkül nincs élet. Az emberiség fennmaradásához nélkülözhetetlenek, ugyanis nekik köszönhetjük a vadon élő és az élelmezési célú növények szinte egészének a beporzását. Ebből adódóan a rovarmegporzástól függő növénykultúra adja az emberiség élelmiszerkészletének közel felét. Azonban az utóbbi években a méhpopulációk drasztikusan csökkenni kezdtek, melynek számos kiváltó okát már ismerjük. Ezek közé sorolhatók a növényvédőszeres túlzott használata, a biodiverzitás csökkenése, az urbanizáció, ráadásul nem hagyhatjuk figyelmen kívül a klímaváltozást, illetve a különféle kórokozók okozta megbetegedéseket sem.

A méhek beporzásától függ a termés mennyisége és minősége, illetve a méhészetek jelentősége. Ez az ágazat a nagy szaktudáson kívül élők munkáját is igényel. A méhészet a magyar mezőgazdaság egyik kiemelkedő minőségű terméket előállító ágazata. Gazdasági jelentősége abban rejlik, hogy a lakosság egy részének jövedelmet biztosít, továbbá jelentős exportbevételt hoz létre. A magyar méz elismert színvonalú terméknek számít az Európai Unióban. Ez annak tulajdonítható, hogy Magyarország rendkívül előnyös adottságokkal, illetve több évszázados hagyománnyal rendelkezik a méhészkedés szempontjából. Hazánkban országszerte számtalan méhlegelő található. A kedvező területének és éghajlatának köszönhetően, az ország egész területe alkalmas a méhészkedésre. A Kárpát-medencében a méhek számára több mint 800 növényfaj áll rendelkezésre, melyekből kiváló minőségű mézet tudnak előállítani. A magyar méhészek kisebb mértékben termelnek fajtamézeket, mint például hárs-, repce-, levendula-, gesztenye-, galagonya-, fenyő-, napraforgó-, rozmaring-, medvehagyma-, erdei, illetve facéliamézet. Ugyanakkor az akácméz az egyik legkiemelkedőbb, amely a kevésbé ismert selyemfűmézrel együtt hungarikumnak számít. Az akácméznek mind belföldön, mind külföldön magas kereslet tulajdonítható, azonban a megtermelt méz körülbelül 80-90%-át külföldön értékesítjük. (KSH, 2012).

A mézen túl számos egyéb méhészeti termék áll még rendelkezésünkre, melyek közül a legjelentősebbek a méhpempő, a propolisz, a méhviasz és a virágpor. Egy kevésbé ismert, de meglehetősen fontos méhészeti termék a virágpor. Ezt a természetes anyagot a méhek beporzás közben gyűjtik, virágról virágra szállva. A rájuk tapadt polleneket nektárral és mirigyváladékukkal összekeverve, apró gömbökké formázzák és a lábaikon szállítva viszik a kaptárba. A méhészek ezeket a pollengolyókat a kaptár bejáratánál elhelyezett lyukas rács

segítségével gyűjtik be. A virágpor összetétele igencsak kedvező, ennek köszönhetően számos felhasználási területe van szuperélelmiszerként és a gyógyászatban is. Jelentős mennyiségben tartalmaz fehérjét és esszenciális aminosavakat (Hevesi, 2021). Ez rendkívül fontos a méhek szempontjából, ugyanis ez az egyetlen fehérjeforrásuk.

Az aminosavaknak meghatározó szerepük van az emberi táplálkozásban is, hiszen ezek a szervezetünkben előforduló fehérjék építőkövei. Fő forrásai az állati eredetű termékek. A több, mint 100 féle aminosav közül 22 úgynevezett proteinogén aminosav, vagyis 22 féle aminosav vesz részt a fehérjék felépítésében, illetve 9 aminosavat szervezetünk képtelen előállítani, ezek az esszenciális aminosavak. Általánosságban elmondható, hogy a sejtnövekedésben, szövetek fejlődésében, tápanyag felszívódásban vesznek részt, valamint az energiatermelésben és az immunrendszer működésében is meghatározó szerepet töltenek be. Továbbá egyes aminosavak jó hatást gyakorolnak az agyi funkciókra, mint például a memóriára vagy koncentrációra.

Manapság egyre jobban előtérbe kerülnek a fehérje, illetve esszenciális aminosav tartalommal rendelkező étrend-kiegészítők elsősorban a sportolók körében. Számukra rendkívül fontos az emelkedett mennyiségű fehérje bevitele, melyet növényi vagy állati eredetű fehérjekészítményekkel tudnak fedezni. A por állagú kiegészítő lehetővé teszi a minőségromlás elkerülését, a könnyebb szállítást és tárolást. Ugyanakkor a legtöbb ilyen élelmiszer magas fokú feldolgozáson megy keresztül, viszont a fogyasztók körében egyre nő a kereslet a természetes eredetű étrend-kiegészítők iránt. Ebből a szempontból a virágpor előnyben részesül (Fritz és munkatársai, 2018).

2. CÉLKITŰZÉS

A szakdolgozatom elkészítésénél több cél megvalósítását tűztem ki. A mérések során szeretném meghatározni a virágporcsomó minták botanikai összetételét és ezzel bizonyítani, azok monoflorális eredetét. Továbbá célom meghatározni a különböző növényekről származó virágporcsomó minták aminosav-összetételét, illetve azok nyersfehérje-tartalmát. Manapság már számos kutatás foglalkozik a virágporok vizsgálatával, és egyre gyakrabban megtalálhatóak funkcionális élelmiszerekben vagy étrend-kiegészítők formájában. Ennek egyik fontos oka, hogy a virágporcsomók, mint élelmiszer jó alternatív fehérjeforrásként szolgálnak. Célom tehát a minták esszenciális aminosav-tartalmának felfedése, valamint az eredmények összevetése különféle élelmiszerek esszenciális aminosav-összetételével, illetve az ember napi szükségletével. Végül pedig célul tűztem ki azt is, hogy következtetést vonjak le arra a szakirodalmi felvetésre vonatkozóan, miszerint a virágporcsomók fehérjetartalmának becslésére alkalmasabb, amennyiben az 6,25-ös szorzófaktor helyett az 5,6-os faktorról számolunk és adjuk meg az eredményeinket.

3. IRODALMI ÁTTEKINTÉS

3.1. Méhészeti termékek

A méhészetek elsődleges célja a méztermelés, emellett azonban számos méhészeti terméket állítanak még elő, melyek a közé a lépesméz, méhviasz, méhpempő, a propolisz, méhméreg és a virágpórt tartozik. (Vicze, 1997). Ezeket a termékeket nem csak az élelmiszeriparban, hanem a szépségiparban, gyógyászatban és más területeken is alkalmazzák.

A méz definíciója a Magyar Élelmiszertörvény (1-3-2001-110 számú előírás) alapján „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 anyagaikkal hozzáadásával alakítanak, raktároznak, dehidratálnak, és lépekben érlelnek”. A mézben főként gyorsan felszívódó szénhidrátok fordulnak elő, de nagy mennyiségű ásványi anyagot, enzimeket, fenolos anyagokat és aminosavakat is tartalmaz. Pozitív hatást gyakorol az immun- és idegrendszerre, szívre, memóriára és még az emésztést is segíti (KSH, 2012). A méznek két típusát különböztetjük meg, a virágmezt, illetve a harmatmezt. A virágmez fő alapanyaga a virágnektár, míg a harmatmez növényi nedvekből, esetleg rovarok édes szekrétaiból tevődik össze (Friedrich, 2005). A méz összetételét tekintve körülbelül 80 %-a cukor, 20 %-a víz és kevesebb, mint 1 %-a pedig egyéb anyagokból áll (Vicze, 1997).

A méhviasz a méhmirigyekben keletkezik, amely a dolgozó méhek potrohának hasi részén található (Hevesi, 2021). A viaszt tehát a méhek nem gyűjtik, hanem a viaszmirigyekben állítják elő (Mincsics, 2021). Ezekhez adják hozzá a rágómirigyváladékukat és építik fel a lépeket, ami lakóhelyül szolgál számukra (Hevesi, 2021). Továbbá a viaszból készült lépekben tárolják az összegyűjtött virágpórt és mézet (Friedrich, 2005). A viasz elsősorban a méhészetek számára fontos termék, azonban a kozmetikai- és gyógyszeriparban, papír- és bőriparban, de más termékek gyártásában, mint például az üveg- és porcelángyártásban is felhasználják (Vicze, 1997). Hevesi (2021) szerint további felhasználása a gyantaöntésnél, emulgeálószerként vagy akár a hangszeriparban fordul elő.

A méhpempő az utóbbi időben olyan méhészeti terméké vált, melynek az táplálkozásunkban igen pozitív szerep tulajdonítható a benne nagyszámban előforduló biológiailag aktív anyagoknak köszönhetően. A méhpempő a dolgozó méhek hormonváladéka, amely a garatmirigyben keletkezik. Több, mint 150 biológiailag aktív

összetevőt tartalmaz. Összetétele nagyon sokrétű, legfontosabb alkotói a vitaminok, de találhatóak benne nyomelemek, illetve hormon és hormonszerű anyagok is. Évszázadok óta használják a hagyományos gyógyászatban, egyes tanulmányok már kimutatták többek között az energizáló, továbbá az immun- és memóriaerősítő hatását. Gerinceseknél segít a hormonháztartás szabályozásában és a káros szabadgyökök megkötésében (Hevesi, 2021).

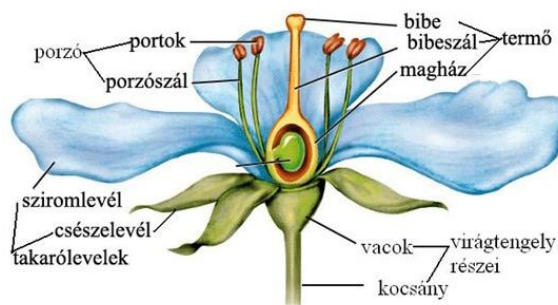
A propolisz, más néven méhszurok egy ragacsos anyag, melyet a méhek a rügyekről, bimbókról gyűjtenek és kevernek össze a saját váladékaikkal (Hevesi, 2021). A virágor felületén lévő balzsamból, virágorból, különböző nedvekből, illetve ragasztóanyag, viasz és ásványi anyagok keverékéből tevődik össze, de összetétele változhat a gyűjtési területnek megfelelően. A dolgozó méhek a kaptár kialakítására használják. Jelentős baktériumölő hatás tulajdonítható neki, amely biztosítja a kaptár higiéniáját. Ha valamilyen betolakodó érkezik, a méhek megcsípi és propoliszsal vagy viasszal vonják be, ennek következtében a betolakodó teste akár 5 – 6 évig sem indul bomlásnak. Gyulladásos megbetegedésekre, reumás panaszokra, keringési zavarokra ajánlják fogyasztását (Fási, 2012).

A méhmérget a méhek hasüregében található mirigy választja ki. Szagtalan és átlátszó savas folyadék, amelyet a méhek gyakran használnak védekező eszközként a ragadozók ellen. Számos aktív molekulát tartalmaz, de a fő összetevője a melittin. A gyógyászatban gyulladásos betegségek kezelésére használják, emellett jelentős a rákellenes és fájdalomcsillapító hatása is (Khalil és mtsai., 2021).

3.2. A virágor szerepe a növények életében

” A virágor szemek (pollenek) a virágor porzóiban található, a növények hímivarsejtjeit tartalmazó mikroszkopikus szerkezetek. Ezt a terméket a mézelő méhek (*Apis mellifera* L.) fehérjeforrásként hasznosítják” (Negrão és Orsi, 2018).

A virágor felépítése az 1. ábrán látható. A virágtengely részei a kocsány és a vacok, amely a virágor alján lévő megvastagodott rész. A bimbót a csészelevelek borítják, alóluk a szirmok levelek bontakoznak ki szétterülve. A virágor legfontosabb részei azonban a szaporító szervek, a porzó és a termő. A termő alatt a magház, a bibeszállal, porzó alatt pedig a porzószálat a portokkal együtt értjük. A porzók a virágos növények hímivarszervei (Scott és mtsai., 2004). Ebben keletkezik a



1. ábra: Virágor felépítése (Internet 1.)

megtermékenyítő virágpor, amit a legtöbb virág termel (Örösi, 1957). Tehát a pollen a virágos növények szaporodásához szükséges képlet (Vicze, 1997). Egyes virágoknál, vagy csak termő a bibével, vagy csak a porzó található meg. Ezen belül két típust különböztetünk meg. Egylakinak nevezzük, ha a kétféle virág egyazon tövön található, illetve kétlaki a növény, ha külön egyedeken helyezkednek el (Örösi, 1957). Az entomofil (rovarmegporzástól függő) növények esetén rendkívül fontos szerepük van a méheknek a megtermékenyítésben (Rhodes, 2018).

A porzótáját (2. ábra) a levelekből kialakult porzók együttese alkotja. Két részből állnak, ezek a porzószáll, illetve a portok. A porzószáll a két portokfelet összekapcsoló csatlóba torkollik, melynek egyetlen szállítónyalábja a csatló belsejében folytatódik (Fodorpataki és mtsai., 2022). Minden portokfélben két pollenzsák helyezkedik el, ebben termelődik a virágpor. Összesen tehát



2. ábra: Porzók (Internet 2.)

egyetlen porzólevél négy darab mikrosporangiumot zár körül. A portok falszerkezete általában négy réteget foglal magába, melyek az exotécium, az endotécium, egy átmeneti réteg és tapétum (Juhász, 2004). Az endotécium rétegben zajlik a pollenszemek érése, a megérés után a vízvesztésük következtében keletkező feszítőerő pedig felrepesztí a portokokat. A tapétum belülről béleli a pollenzsákokat, sejtjei hozzájárulnak a vegetatív sejt falára tapadva a virágorszemek jellegzetes felszíni mintázatának létrejöttéhez. (Erős-Honti és Höhn, 2013). A termőtáját a termőlevelek összenövésével létrejövő termő képviseli, melynek részei a bibe, a bibét a virágról kiemelő bibeszál és a magkezdeményeket tartalmazó magház. A bibe a pollenszemek megtapadási helyül szolgál. Felületét papillás mirigyszövet alkotja, ami a kiválasztott cukros váladékkal segíti a pollenszemek megtapadását (Cserey, 1907).

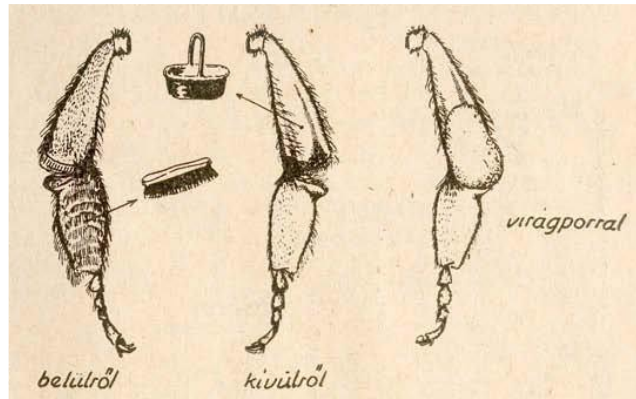
3.3. Hogyan gyűjtik a méhek a virágport?

A zárvatermők megporzása során kerül a bibére a virágpor (Károssy, 2008). A virágban található száalak a porzószáalak, ezek végén található a virágpor. A virág közepén van a bibeszál, végén a bibével. „A porzó a virág hím része, a bibe a magházzal a női része.” (Örösi, 1957). Akkor beszélünk megporzásról, amikor a virágpor a porzóról a bibére jut. „A megporzás módja az ökológiai környezethez történő alkalmazkodást tükrözi, és egyértelmű

morfológiai és anatómiai alkalmazkodást igényel a növény részéről.” (Erős-Honti és Höhn, 2013). Ehhez sok esetben valamilyen közvetítő közegre van szükség, ami lehet szél vagy víz. A zárvatermő virágos növényeknél pedig nagyrészt az állatok segítik a virágpor szállítását (Kovács-Hostyánszki, 2022). Ez az egyik legváltozatosabb megporzási mód, amit zoogámiának nevezünk (Erős-Honti és Höhn, 2013). Mégis a méhek a rovarvilág legfontosabb beporzó szervezetei. Tavasztól ősziig nagy családokban látogatják a virágokat, de a repülési időszak csak néhány hétig tart, így különböző fajok repülnek ebben az időszakban (Pfiffner és Müller 2018). Mellettük szól az a tulajdonságuk is, hogy szeretnek egymás után ugyanolyan virágokra szállni, ami feltétele az eredményes megtermékenyülésnek. Vagyis a mézelő méh nemcsak virághoz, de színhez is hű. Ez azt jelenti, hogy ameddig megfelelő mennyiségű virágport talál, addig ugyanazt a virágfajt, illetve ugyanazt a színt látogatja. A lábán lévő virágporcsomók is nagyrészt egyféle virágról származnak (Örösi, 1957). A többi rovarról ez nem mondható el. Míg a méhek erősen virágállandósult táplálékkereső magatartással jellemezhetőek, addig a poszméhek körülbelül kétszer annyi növényfajról, akár hat eltérő virágról is gyűjthetnek egyetlen táplálékszerző útjukon (Ghosh és mtsai., 2020). A méhek a virágok nektárját és pollenjét úgy viszik át egyik virágról a másikra, hogy azzal a növényeknek nem ártanak. A gyűjtögetés során, ahogy hozzáérnek a porzókhoz és a bibéhez, a virágport átjuttatják egyikről a másikra, így megtörténik a beporzás (Örösi, 1957). A méhek porzása dél tájban élénkebb. Gyűjtési időszakban általában 9 órakor kezdődik a kirepülés, majd 2 és 4 óra között a legintenzívebb. Vannak, akik szerint viszont 9 és 11 óra között a legaktívabbak (Vincze, 2021). A nyár vége felé haladva viszont a porzás eltolódik és „késik a méhek órája” (Örösi, 1957).

A virágpor gyűjtésében meghatározó tényező a méhek testének felépítése is. Ahhoz, hogy megértsük, hogyan gyűjtik a különböző méhészeti termékeket, ismerni kell a felépítésüket. A rovaroknál három fő testtájat különböztetünk meg, ezek a fej, tor és a potroh (Gál, 2022). A testüket kitin borítja, melyen szőrök találhatóak. A fejen találhatóak a szemek, csápok és szájszervek. A csápjai különféle érzékszervekkel rendelkeznek, érző-, tapintó-, és hallószervekkel (Faluba, 1983). A kétféle szájszerve eltérő funkciókat lát el. A szipóka vagy más néven szívó-nyaló szájszerv segítségével szívják fel a nektárt, vizet és mézet. A rágószájszerv pedig a munkáméhek fontos eszköze, amely az építésben, védekezésben, virágpor feldolgozásában, viaszbonításban stb. játszik szerepet. A tor elő-, közép- és utószelvényből áll, a két pár szárnyuk a közép-, illetve az utószelvényhez ízesül. A méhek három pár ízelt lábbal rendelkeznek, melyeken különféle szervek találhatóak (Bozsik, 2020). Az első lábakon vannak az úgynevezett csáptisztítók. A kefék minden lábon

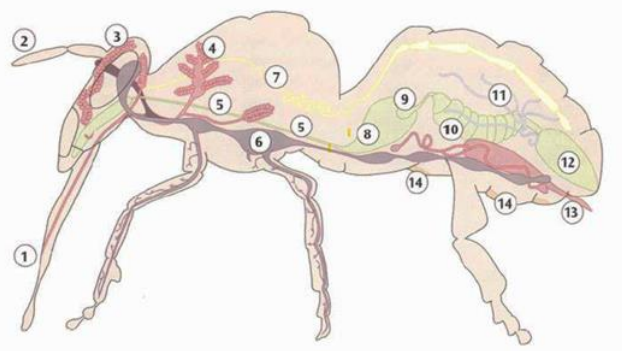
megtalálhatóak, melyek elsősorban tisztításra szolgálnak. A munkásméhek lábán található kefék (3. ábra) nemcsak a tisztítás szempontjából fontosak, hanem a virágporgyűjtésben is meghatározó szerepet játszanak (Mincsics, 2021). „A munkásméheknek a harmadik lábon található a korsárka, amellyel virágport és propoliszt szállít a



3. ábra: Munkásméh kefék és kosaras hátsó lába. (Örösi, 1957)

méh. A virágpor leválasztására a munkásméhek a középső lábukon rendelkeznek egy virágportüskével és a harmadik lábpáron ellaposodott résszel, a „virágpornyomóval” és „virágportolóval” (Ruff, 2007). Végül a potroh kilenc szelvényből áll, itt található a viasz-, illat-, méreg-, és rektális mirigy. A potrohban van a fullánk, méregzacskó és a méregmirigy is (Mincsics, 2021). A méhek testfelépítését a 4. ábra mutatja.

- | | |
|------------------|--------------------|
| 1 – szipóka | 8 – mézgyomor |
| 2 – csápok | 9 – mézsilip |
| 3 – nyálmirigyek | 10 – bél |
| 4 – tormirigy | 11 – vesetömlők |
| 5 – nyelőcső | 12 – vastagbél |
| 6 – idegrendszer | 13 – fullánk |
| 7 – csőszív | 14 – viaszmirigyek |



4. ábra: A mézelő méh testfelépítése (Friedrich, 2005)

Gyűjtés során a méhek vagy csak nektárt, vagy csak virágport szállítanak a kaptárba. Az ajakos és a pillangós növények alakja és szerkezete alkalmazkodott a méhekhez, így ezek könnyítik a gyűjtők munkáját. A virágport a munkásméhek gyűjtik. A kaptárba érkezők egy részének hátsó lábain apró színes csomókat láthatunk, ez a virágpor. A méhek miközben egyik virágról a másikra szállnak és megérintik a porzókat, a virágpor rájuk tapad és beborítja a testüket (Campos és mtsai., 2008). A méh szőrére tapadt virágport a lábain lévő sörtés, széles „kefe” segítségével szedi le. Ez történhet a virágon, de a levegőben lebegve is (Faluba, 1983). A rájuk tapadt polleneket nektárral és mirigyváladékukkal összekeverve, apró gömbökké formázzák és a lábaikon lévő mélyedésben szállítva viszik a kaptárba. Ezeket a mélyedéseket nevezzük kosaraknak (Tölgyesi, 2022). A virágpornak szájláladékuk

segít összetapadni, amely különböző enzimeket tartalmaz (Campos és mtsai. 2008). A méhészek a pollencsomókat a kaptár bejáratánál elhelyezett lyukas rács segítségével gyűjtik be. Ahogy a szűk lyukakon keresztülrepülnek a méhek, a virágporcsomók fennakadnak rajtuk, így a méhészek a nap végén könnyedén le tudják tisztítani a rácsot. (Tölgyesi, 2022). Átlagosan egy méhcsalád naponta 50 – 250 g virágport képes összegyűjteni vagy évente körülbelül 15 – 40 kg mennyiséget (Thakur és Nanda, 2020).

A gyűjtögetés során jellemzően 1 – 3 km távolságra repülnek el a kaptártól, de a gyümölcsvirágzás idején nem mennek messzire (Örösi, 1957). A vadon élő méhek maximális röptávolsága általában 100 és 1500 méter. A fészek- és tápláléklelőhely közötti nagy távolság veszteségekkel járhat, ezért csak szükség esetén merészkednek messzebbre (Pfiffner és Müller, 2018).

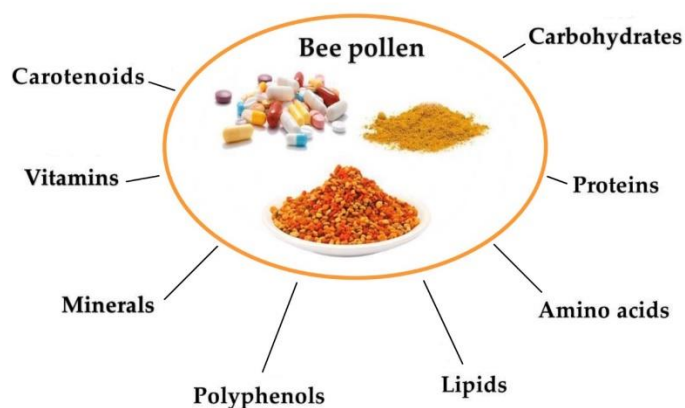
3.4. A virágpor szerepe a méhek táplálkozásában

Minden állat, köztük a rovarok is olyan táplálék után kutatnak, ami megfelelő tápanyagként szolgál számukra a növekedést, fejlődést és szaporodást tekintve. A mézelő méheknél a gyűjtögetők nemcsak a saját, hanem a kaptárban élő többi tag számára is összegyűjtik a táplálékforrásokat, melyek közül a legfontosabbak a nektár és a virágpor (Ghosh és mtsai., 2020). Igen fontos szerepet tölt be a virágpor a táplálkozásukban, hiszen ez a természetes táplálék a fehérjék fő forrása, ami elengedhetetlen a fejlődésükhöz. (Al-Kahtani és mtsai., 2020). Míg a méz energiát szolgáltat, addig a virágpor a fehérjéken és szabad aminosavakon kívül az ásványi anyagok, zsírok és egyéb anyagok forrását is képezi (Campos és mtsai., 2008). Mivel nem csak saját táplálkozásuk és a virágok megporzása céljából gyűjtik a virágport, hanem a lárváik ellátására is, ezért sokkal több virágot kell felkeresniük. Emiatt ők a leghatékonyabb porzó szervezetek. Viszont a táplálékszerzési hatékonyságukat a hőmérséklet befolyásolja. Az optimális hőmérséklet 20 – 28 °C körüli, ugyanis ilyen feltételek mellett a virágpor visszahozatala nagyobb mennyiséget mutatott. Ennél alacsonyabb, vagyis 15 °C alatt vagy magasabb, 30 °C felett már nem bizonyult hatékonynak a pollengyűjtés (Ghosh és mtsai. 2020). A virágok egyedsűrűsége is jelentős hatással van a vadon élő méhek reprodukciós sikerére. Például a szabó méhek egyik fajtájának egyetlen utód táplálásához annyi pollenre van szüksége, amennyit 1140 takarmánybaltacím virágzata termel. De egy 50 nőtényből álló bányásméh populáció életben maradásához is 920 mezei varfű pollenkészletére lenne szükség (Pfiffner és Müller, 2018). Egy másik tanulmány szerint pedig egy lárvá 25 – 37,5 mg fehérjét igényel a fejlődése során. Ha nem jutnak megfelelő mennyiséghez, fejlődési rendellenességek

alakulnak ki. A fehérjebevitel kapcsolatban áll a szárny és test mértével, illetve a petefészek fejlettségével is. (Brodschneider és Crailsheim, 2010). A virágpor elsősorban a 15 – 18 napos lárvák és dajkaméhek táplálásához szükséges. Legnagyobb mennyiségű virágporra tavasszal a 3 – 6 napos méheknek van szükségük. A nyáron fejlődő méheknek pedig 9 napos korukig létfontosságú a megfelelő mennyiség bevitel. Megállapították, hogy azoknál a méhcsaládoknál, ahol bőséges a fehérjebevitel, ott magasabb a születési arány és az élettartamuk is jelentősen hosszabb. Továbbá egyes tanulmányok arra a következtetésre jutottak, hogy a 20 %-nál kevesebb nyersfehérjét tartalmazó virágporok nem tudnak megfelelő mennyiségű tápanyagot biztosítani a méhek számára. Optimális mennyiségnek a 25 % vagy annál magasabb nyersfehérje tartalmat tekintik (Serra Bonvehí és Escolà Jordà, 1997). A különböző növényfajok virágpora eltérő tápértékkel rendelkezik és jelentősen különbözhetnek benne a fehérjék, lipidek, vitaminok és egyéb anyagok mennyisége, illetve minősége. Ezek ráhatással vannak a családok növekedésére, valamint termelékenységére. A kulcsszerepet játszó fehérjék és aminosavak hiánya olyan negatív hatással lehetnek a lárvák fejlődésre, mint például a nem megfelelő ellenálló képesség kialakulása a betegségekkel szemben (Liolios és mtsai., 2015).

3.5. A virágporcsomók összetétele

A méhészeti termékek közül az utóbbi időben egyre népszerűbbé váltak a virágporcsomók, ugyanis magas táplálkozási, funkcionális és gyógyászati értéket képviselnek (Thakur és Nanda, 2018). Értékes összetevői miatt szokták a táplálkozás „aranybányájának” is nevezni, mint ahogy azt az 5. ábra is mutatja (Khalifa és mtsai., 2021).



5. ábra: Virágporcsomók mint étrend-kiegészítők (Khalifa és mtsai., 2021)

Számos bioaktív vegyület alkotja, nagyobb mennyiségben megtalálhatóak benne a szénhidrátok, fehérjék, aminosavak és lipidek, kisebb mennyiségben pedig ásványi anyagokat, vitaminokat, karotinoidokat, fenolokat, flavonoidokat, szterolokat és terpéneket is tartalmaz (Negrão és Orsi, 2018; Themelis és mtsai., 2019). Azonban a pollen kémiai összetételét rendkívül sok tényező befolyásolja. Jelentős eltérések adódhatnak a botanikai vagy földrajzi eredetből, az eltérő éghajlat, időjárás és évszak is közrejátszik az alkotók mennyiségében, illetve a méhészeti tevékenység, a virágpor feldolgozása és tárolása sem elhanyagolható szempont (Gardana és mtsai., 2018; Khalifa és mtsai., 2021; Thakur és Nanda, 2018).

A virágporban legnagyobb mennyiségben a szénhidrátok fordulnak elő, mennyiségük 13 – 55 % között ingadozik (Campos és mtsai., 2008; Thakur és Nanda, 2018). A legtöbb virágpor fő szárazanyag frakcióját a szénhidrátok alkotják, közéjük tartoznak olyan anyagok, mint a cukrok, keményítő, illetve élelmi rostok (Serra Bonvehí és Escolà Jordà, 1997). Főként poliszacharidok formájában vannak jelen, illetve három cukrot azonosítottak, melyek csökkenő sorrendben a fruktóz, glükóz és szacharóz. A különböző cukrok aránya növényenként eltérő, Campos és munkatársai (2008) szerint a F/G arány 1,0 – 2,5 közötti lehet. De ez sem állandó, csak úgy, mint a szénhidrát mennyisége, ami világszerte nagy eltérést mutat. Például egy Görögországban végzett kísérletben harminc különböző helyről gyűjtötték össze a mintákat és vizsgálták azok szénhidráttartalmát. A monoflorális virágporok átlagos cukortartalma 42,10 % volt, amely 34,70 – 63,50 % között változott (Thakur és Nanda, 2020). Gradana (2018) által végzett kutatás során a virágpor mintákat Kolumbiából, Olaszországból, illetve Spanyolországból gyűjtötték össze. A minták közül a legmagasabb szénhidráttartalommal az olasz virágpor rendelkezett, majd a kolumbiai, végül pedig a spanyol. Mindhárom minta szénhidráttartalma 37,7 – 44,1 % között ingadozott. Ezzel szemben az egyiptomi datolyapálma virágporának szénhidráttartalma csupán 13,41 % volt. Ez az eltérés egyértelműen tükrözi fajok és a környezet közötti különbségeket (Hassan 2011).

Fehérjék és aminosavak a második leggyakoribb összetevői a virágporoknak. A begyűjtési területtől és fajtól függően mennyiségük a pollenben igen változatos, 10 – 40 % között ingadozik (Campos és mtsai., 2008; Thakur és Nanda, 2018). Több tanulmány foglalkozott már a virágporok aminosav-összetételével és a legtöbb esetben 16 – 20 aminosavat tudtak azonosítani. A virágpor főként kötött aminosavakat tartalmaz és az összes fehérje 1/10 része áll csak rendelkezésre szabad aminosavként, melyet a feldolgozási körülmények és az eredet befolyásol (Thakur és Nanda, 2020). Az aminosav-összetétel

pontosabban meghatározza a virágporok tápértékét, mint önmagában a fehérjetartalom. Ennek oka, hogy a tápérték csökken abban az esetben, ha az esszenciális aminosavak nem megfelelő mennyiségben vannak jelen. De általánosságban elmondható, hogy az összes esszenciális aminosav megtalálható a pollenekben, azonban a mennyiségüket a botanikai eredet adja meg (Hassan, 2011). A virágpor fehérjéit felépítő aminosavak közül tízet esszenciális aminosavként azonosítottak a méhek számára, vagyis nélkülözhetetlenek és ezek biztosítják a növekedést, életben maradási és zavartalan szaporodást. Csak úgy, mint az embereknek, ezeket a táplálékukból kell beszerezniük, hiszen saját szervezetük képtelen az előállításukra. (Ghosh és mtsai. 2020; Somerville és mtsai. 2006). Ezek tehát a leucin, lizin, izoleucin, hisztidin, arginin, valin, treonin, fenilalanin, triptofán és a metionin. (Al-Kahtani és mtsai. 2020).

A nem esszenciális aminosavak szintén értékes komponensek. A virágporban uralkodó esszenciális aminosavak közé tartozik a leucin, valin, lizin izoleucin. A nem esszenciális aminosavak közül pedig a glicin, aszparaginsav, glutaminsav, alanin, szerin és a prolin gyakran domináns összetevők. A prolin segíti a méheket a repülés közben, ezt használják fel úgynevezett „üzemanyagként”, illetve növeli a hidegtűrő képességüket is (Ghosh és mtsai., 2020). Paramás (2006) megállapítása szerint a prolin adja a fő szabad aminosav tartalmat a mézekben és virágporokban egyaránt. Ez nem számít esszenciális aminosavnak, azonban szoros összefüggésbe hozható a méhek növekedésével (Somerville és mtsai., 2006). A különböző évszakokban betakarított virágporok összetételében különbözhetnek. Al-Kahtani és munkatársai (2020) foglalkoztak a kérdéssel részletesebben. Minden évszakban gyűjtöttek pollent Szaúd-Arábia keleti részén, hogy összehasonlíthassák azok fehérje és aminosav összetételét és meghatározhassák a megfelelő betakarítási időszakot. A napraforgó, repce, nyári tök, a lucerna és a datolyapálma voltak a fő virágporforrások, melyek eltérő évszakokban virágoztak. A legmagasabb fehérjekoncentrációt a tavasszal gyűjtött pollenekben mérték. Ezt követte a téli, majd a nyári, végül pedig a legalacsonyabb mennyiség az őszi betakarított virágporban mutatkozott. Mind a négy esetben tíz esszenciális és nyolc nem esszenciális aminosavat azonosítottak. Ezek arányaiban is eltérés volt az évszakoknak megfelelően. Egy másik tanulmányban Gradana és munkatársai (2018) a földrajzi terület hatását vizsgálták. A mintákat három országból gyűjtötték össze, Kolumbia, Olaszország és Spanyolország voltak a lelőhelyek. A kolumbiai és olasz virágporok fehérjetartalma magasabb volt a spanyolhoz képest. A kolumbiai 18, a másik két helyről származó pollen pedig 20 – 20 aminosavat tartalmazott. Legjelentősebb mennyiségben a prolin és az arginin fordultak elő. Viszont más területeken, mint például

Lengyelországban vagy Kínában inkább a glutaminsav, aszparaginsav, leucin és lizin voltak a dominánsak.

A pollenek zsírosszetételében is jelentős különbségek vannak, botanikai eredettől függően 1 – 13 % tartományban ingadoznak. Ezek általában poláros vagy semleges zsírok, valamint kis mennyiségű zsírsavak vagy szterinek. A lipidek főként linolén-, palmitin-, linol- és olajsavból állnak (Campos és mtsai. 2008). A virágpor felületén vékony réteget képezve találhatóak meg (Serra Bonvehí és Escola Jordà, 1997). Negrão és Orsi (2018) vizsgálták a méhek által gyűjtött virágpor kémiai összetételét a különböző évszakokban. Ez alapján a tavaszi, majd a téli pollen lipidtartalma volt magasabb, a nyári és őszi gyűjtés között alig volt különbség. Összességében viszont nem voltak nagyok az eltérések a különböző évszakok között a lipidtartalom szempontjából.

A polifenolok a növények másodlagos anyagcseretermékei, melyek a kórokozókkal szembeni védelemben játszanak fontos szerepet. A virágporban megtalálható egyes polifenolok a pollencsírázás során elősegítik a pollencső növekedését is. Szerkezetük szerint lehetnek fenolsavak, illetve flavonoidok (Li és mtsai., 2018). A fenolos vegyületek bioszintézisét a környezeti tényezők, mint például a fény, a hőmérséklet vagy páratartalom jelentősen meghatározza. Ezen túl azonos fajon belüli eltérések is lehetnek, ami a különböző földrajzi területekről való gyűjtés következménye. Nem utolsósorban a különféle szárítási eljárások és az eltárolhatósági idő is befolyásolják a fenolok és flavonoidok mennyiségét (Castagna és mtsai., 2020).

Az ásványi anyagok a virágpor típusától függően ugyancsak eltérőek lehetnek, de ezek gazdag forrást jelentenek. Fő ásványi anyagok a kálium, magnézium, nátrium és a kalcium (Campos és mtsai. 2008). Továbbá jó forrását képezik például a foszfor, cink, vas, réz, mangán és számos nyomelem. A virágpor ásványi anyag összetétele nemcsak a botanikai eredetétől függ, hanem a környezeti tényezőktől is, vagyis a talajtól, illetve a földrajzi eredettől (Serra Bonvehí és Escola Jordà, 1997). Továbbá az öntözővíz kémiai összetétele is befolyásolhatja az egyes elemek koncentrációját (Thakur és Nanda, 2018).

A méhek által gyűjtött pollen kimagaslóan gazdag vitaminokban. Elmondható róla, hogy B2-vitamin tartalma a sovány tejporéhoz közelít, illetve a C-vitamin tartalma hasonló a friss salátáéhoz (Llenskens és Jorde, 1997). Nagy számban fordulnak elő benne a B-vitaminok, ezek a tiamin, riboflavin, niacin, pantoténsav, illetve a piridoxin. Ezen kívül tartalmaz biotint, tokoferolt, folsavat és aszkorbinsavat is (Campos és mtsai., 2008). A C-vitamin segíti a lárvák fejlődését a növekedési időszakban (Negrão és Orsi, 2018). Negrão és Orsi (2018) megállapították, hogy ami a C-vitamin tartalmat illeti, nem volt kiugróan nagy

különbség a virágpor gyűjtésének évszakai között. Azonban a fagyasztás és szárítás következtében csökkenhet a mennyisége. A zsírban oldódó vitaminok közül pedig az A- és E-vitamint tudták kimutatni a virágporokból.

Végül egy utolsó fontos összetevő csoportot képeznek a karotinoidok, melyek a poliének igen változatos csoportját alkotják a sárgától a vörös színig. A méhpollenben már több karotinoidot is sikerült azonosítani az évek során, egy romániai mintából például kimutatták a luteint, a β -kriptoxantint és a β -karotint is. Azt is megállapították, hogy a mennyiségük a virágpor botanikai eredetéből és az éghajlati különbségekből adódhat. Ugyanis nem egyeztek az adatok a román, illetve a brazil mintákban (Li és mtsai., 2018). Egy másik szerző szerint a kolumbiai virágpor nyomokban tartalmazott luteint, β -karotint, fitoént, míg a spanyol és olasz virágporban csak a β -karotin volt jelen. A karotin egyébként az A-provitamin fő forrását is jelenti, ami fontos szerepet játszik az emberi táplálkozásban is (Gardana és mtsai., 2018; Hassan, 2011).

3.6. A virágpor tárolása, tartósítása

A virágport ma már számos országban élelmiszernek tekintik, melyekre nemzeti pollenszabványok is vonatkoznak. Például Argentínában, Brazíliában, Bulgáriában, Kínában, Lengyelországban és Svájcban minőségi irányelvek alapján használhatóak fel az élelmiszeriparban. A pollenszabványok azokra a virágporokra érvényesek, melyeket a méhészek pollensapda segítségével gyűjtenek (Campos és mtsai., 2008; Thakur és Nanda, 2018). Mivel a begyűjtött virágpor tápanyagban dús, és a nedvességtartalma is magas, emiatt célszerű frissen elfogyasztani vagy lehetőség szerint kíméletesen szárítani, hogy a benne lévő értékes komponenseket meg tudják őrizni (Thakur és Nanda, 2020). Higiéniai szempontból is fő kritérium a mikrobiológiai biztonság, annak érdekében, hogy a káros mikroorganizmusok ne veszélyeztessék az egészséget. A virágpor egyébként az a méhészeti termék, amelyet a legkevésbé befolyásolják a méhészetből származó szennyeződések. Fő szennyező anyagai azonban a nehézfémek lehetnek (Campos és mtsai., 2008).

Ez a termék nagyon komplex élelmiszernek minősül a mikrobiológiai minősége, a szerkezete, illetve a táplálkozási és bioaktív összetétele miatt. A tárolás során a tápanyagtartalom jelentős mértékű változásokon mehet keresztül, ezért érdemes azt valamilyen módon tartósítani. A legtöbb méhész általában szárítást alkalmaz annak érdekében, hogy növeljék az eltarthatóságot, ezzel elkerülve a nem kívánatos folyamatokat, vagyis a romlást (Zuluaga-Domínguez és mtsai., 2018). Ezenkívül alkalmas módszer lehet

a fagyasztás vagy a liofilizálás is. A fagyasztás nem okoz lényeges változásokat a kémiai összetételben, ezért ez abban az esetben ajánlható, ha valamilyen terápiás felhasználásra kerül sor. A liofilizálás csökkenti a C- és A-vitamin tartalmat, de egyes bioaktív vegyületek, mint a polifenolok esetében növekedés észlelhető (Campos és mtsai., 2008; Castagna és mtsai., 2020; Gardana és mtsai., 2018). A liofilizálás viszont sem gazdaságilag, sem pedig technológiailag nem minősül hatékonyan megvalósíthatónak (Zuluaga-Domínguez és mtsai., 2018). A friss virágpor nedvességtartalma 20 – 30 % között változik, melyet 5 – 8 % alá szükséges csökkenteni a megfelelő biztonság érdekében. Azonban nem ez az egyetlen szempont, ami megköveteli a pollen szárítási eljárását. Meg kell találni az egyensúlyt a mikrobiológiai szempontok megfelelése és az értékes komponensek minimális elvesztése között.

A szárításnál figyelembe kell venni azt is, hogy például a vitaminokat vagy egyéb komponenseket a lehető legnagyobb mértékben meg tudják őrizni. A Zuluaga-Domínguez és munkatársai (2018) által végzett tanulmányban a virágpor szárítását hagyományos forrólevegős kemencében végezték, három különböző hőmérsékleten. A művelet legmegfelelőbb hőmérsékletének a 60 °C-ot állapították meg. A polifenolok és antioxidánsok növekedését tapasztalták. A szerzők szerint a virágpor külső sejtfalának (exine) megbontásával lehetővé válhat ezen vegyületek felszabadulása, azonban a karotinoid-tartalom csökkenését is megfigyelték. Egy másik kísérletben a mintákat fagyasztva szárítással, mikrohullámú szárítással és hagyományos forrólevegős szárítással kezelték, majd 3 és 6 hónapig tárolták őket. A gesztenye-, borostyán- és fűzpollen vegyületeinek alakulását figyelték. A szárítás és tárolás hatása fajfüggő volt a virágpor kémiai összetételére. A gesztenye virágporában mutatott legjobb magatartást a flavonoidok koncentrációja, mikrohullámú szárítással. A fűzfa mintákban minden esetben csökkentést észleltek. A borostyán pollenjében pedig fagyasztva szárítást, illetve mikrohullámú szárítást követően nem tapasztaltak csökkenést tárolás után sem (Castagna és mtsai., 2020). Ez is bizonyítja, hogy a virágpor eredete, feldolgozása meghatározza annak összetételét, tápértékét és felhasználási lehetőségeit is.

3.7. A virágpor táplálkozás-élettani jellemzői

Szerkezetileg a pollen legtöbb esetben kétrétegű fallal rendelkezik. A belső réteg az úgynevezett intine, mely szénhidrátokból áll. A virágporszemek felületét pedig egy héj borítja, ezt nevezzük exine-nek, amely karotinoidokból, fenilpropanoidokból és fenolos vegyületekből épül fel. Mivel ez egy nagyon ellenálló réteg a savakkal és szerves

oldószerekkel szemben is, ezért ezt a védőburkot kevés állat és mikroorganizmus képes lebontani (Ourani-Pourdashti és Azadi, 2021; Llnskens és Jorde, 1997). A méhek nagy valószínűséggel főként diffúzióval emésztik meg a virágport, ezzel szemben az emberi emésztőrendszer erre nem képes (Liolios és mtsai., 2015). A XIX. század végén arról tudósítottak, hogy nyugat-texasi barlangokban talált kiszáradt emberi ürülékben pollen maradványokat azonosítottak. Ez Kr.e. 1400-200 közötti időszakra nyúlik vissza. A koprolitok nagyszámban tartalmaztak virágpor exineket, mely szintén bizonyítja, hogy a külső réteg az emberi szervezet által emészthetetlen (Llnskens és Jorde, 1997). Azonban önmagában a virágport csak 10-15%-ban tudja a szervezet hasznosítani, de például mechanikai aprítás után a biológiai hozzáférhetősége 60-80%-ra növekszik. A melegvízben történő 2-3 órás áztatás segíthet a héj megrepedésében, ilyenkor kioldódnak belőle az értékes összetevők. Erre alkalmas lehet a tej, zöldség- vagy gyümölcslevek használata (Denisow és Denisow-Pietrzyk, 2016; Komosinska-Vassev és mtsai., 2015). Viszont abban az esetben, ha túl sokáig áztatjuk a virágport, romlásnak indul. Házi eszközökkel például darálással sem lehet megfelelően feltárni a külső réteget (Hevesi, 2021). A kötött és szabad aminosavak is nagyrészt ebben a rétegben találhatóak meg (Paramás és mtsai., 2006). Ennek lebontásához tehát fizikai folyamatokra van szükség, hogy ne korlátozza a tápanyagok felszívódását az emésztés során (Zuluaga-Domínguez és mtsai., 2018). Számos módszert teszteltek már a virágporban fellelhető tápanyagok emészthetőségének a fokozására. A kémiai folyamatok nem voltak elfogadhatóak a pollen étrend-kiegészítőként történő alkalmazása során. A mechanikai módszerek ugyan hatékonyak voltak, de jelentős tápanyagvesztést is okoztak. Azonban két technológiai eljárás előnyösnek bizonyult. Az ultrahang segítségével a pollen exine és intine rétegei apró darabokra törnek, így a benne lévő tápanyagok ki tudnak szabadulni. Illetve vannak biotechnológiai műveletek, ezeken belül a fermentációt és az enzimátikus hidrolízist vizsgálták, melyek nemcsak hatékonyak, de olcsóbb eljárások is (Khalifa és mtsai., 2021).

A virágporcsomó az elmúlt időkben igen fontos exportcikkünké vált, ma már számos termék alapanyagaként szolgál. Használják a kozmetikai cikkek, gyógyászati készítmények, illetve az élelmiszeriparban például funkcionális élelmiszerek vagy tápszerek előállításánál (Fási, 2012; Faluba, 1983; Mincsics, 2021).

Magyarországon a virágpor előnyeit először a kozmetikai ipar ismerte fel és kezdte el alkalmazni a szépségápolás területén (Fási, 2012). Mivel a virágpor összetételének több, mint 70%-a aktív, így számos lehetőséget nyújt. Tanulmányozása során megállapították, hogy lassítja a bőr öregedésének mechanizmusait, illetve hatásosnak bizonyult a

bőrszárazság, az UV sugárzás káros hatásai, a gyulladások, de még a melanogenezis kezelésében is (El Ghouizi és mtsai., 2023). Llnskens és Jorde (1997) számoltak be arról, hogy régen a mallorcai nők a nyári napforduló alkalmával virággporral kenték be az arcukat, hogy visszanyerjék fiatalságukat. Ebből is adódhat a virággporos arcmaszkok bekerülése a kozmetikába.

Ezt követően igazolták, hogy a virággpor alkotóelemei miatt a fogyasztásának is megannyi jótékony hatása van, mely nagymértékben függ a betakarítási évszaktól, annak módjától és a botanikai eredettől (Fási, 2012; Llnskens és Jorde 1997). Az étrend-kiegészítők és az élelmiszeripar területén kiemelt figyelmet kapnak a magas egészségügyi értékük miatt (Khalifa és mtsai., 2021). Elsősorban szuperélelmiszernek minősítik, mert szinte minden tápanyagot tartalmaz, ami a szervezet számára szükséges. Legfőbb érdeme a benne lévő aminosavaknak tulajdonítható (Temesvári, 2001). Régen csak a méhek táplálkozásában töltött be rendkívül fontos szerepet, manapság egyre inkább ajánlják emberi fogyasztásra az étrend kiegészítése céljából (Mincsics, 2021). A funkcionális élelmiszerek egyre nagyobb teret hódítanak meg, melyek célja nemcsak az éhség megszüntetése, hanem az alapvető tápanyag bevitelén túl mind a szellemi, mind a fizikai aktivitás növelése (Khalifa és mtsai. 2021). Az ilyen termékek megfelelő mennyiségben tartalmaznak bizonyos alkotóelemeket, melyek pozitívan járulnak hozzá az életfunkciókhoz és a mentális jólét állapotához. Rendszeres fogyasztásuk csökkentheti a helytelen táplálkozás következtében kialakuló betegségek kockázatát (Csapó és mtsai., 2019). A virággpor egy olyan alternatív természetes termék, amely ezeket az igényeket képes kielégíteni. Őrölt formában élelmiszerekhez adva magasabb antioxidáns hatást kölcsönöz, emellett a termék érzékszervi tulajdonságait is javíthatja. A benne lévő szénhidrátok, fehérjék és lipidek hozzájárulnak a táplálékfelvételhez. Az ajánlott napi bevitel eltérő lehet. Temesvári (2001) szerint naponta 2-4 kávéskanál fogyasztható szárazon vagy vízben, tejben esetleg teában feloldva. Míg egy másik tanulmányban a felnőttek számára 3-5, gyerekeknek 1-2 teáskanál mennyiséget javasolnak (Komosinska-Vassev és mtsai., 2015). Fási (2012) szerint a pollent három formában érdemes fogyasztani. Natúr állapotán kívül készíthetünk belőle italt vagy virággporos mézet. Az italhoz 18 dkg mézet 8 dl langyos vízben feloldunk, majd hozzáadunk 5 dkg virággport és alaposan felrázzuk. Ebből a főétkezések alkalmával ajánlott egy pohárral meginni. A másik lehetőség, amikor 25 dkg mézet összekeverünk 5 dkg virággporral, melyből naponta 2-3 evőkanál javasolt. Ezenkívül vajjal vagy akár joghurtba keverve is fogyasztható. Ez azért célszerű, mert önmagában a virággport szervezetünk csak 10-15%-ban tudja a hasznosítani, viszont őrölve, vagy 2-3 órás melegvizes áztatást követően a biológiai

hozzáférhetősége 60-80%-ra növekszik. A pollen fogyasztása egyébként már az indiánok körében is ismert volt. A virágport tálakba gyűjtötték, melyet rituálé, pontosabban éneklés kísért. Átszitálás után tézstaszerűvé gyúrták és a napon szárították, végül porrá őrölték és így fogyasztották. Egyes esetekben lisztekhez keverték és kenyérsütéshez használták. (Llnskens és Jorde 1997). Ma különböző étrend-kiegészítőként tabletták, kapszulák és porok formájában elégíti ki az élelmiszeripar a vásárlók igényeit (Khalifa és mtsai. 2021). Kínában ezeken a felhasználási lehetőségeken kívül bor és üdítőitalok készítésénél is alkalmazzák (Llnskens és Jorde 1997). A bioaktív vegyületei vízben vagy etanolban eredményesebb hatást nyújtanak, ezért érdemes belőle kivonatokat készíteni. Így használható mikrokapszula, mikrogél formájában gyógyszeradagoláshoz (Ourani-Pourdashti és Azadi, 2021).

A virágpor felhasználása a hagyományos orvoslásban az ókorig nyúlik vissza. Babilóniában, Egyiptomban, Görögországban illetve Kínában már régóta ismerték az előnyeit (Denisow és Denisow-Pietrzyk 2016). Később az 1100-as években arab és zsidó orvosok jegyezték fel, hogy hatásos nyugtatóként alkalmazva, valamint a gyomor, szív és a belek problémáinak kezelésére (El Ghouizi és mtsai., 2023). Németországban már hivatalosan elfogadták a virágpor gyógyászati célú felhasználását, mint élénkítő hatású készítmény vagy gyengeség, étvágytalanság elleni hatóanyag (Llnskens és Jorde 1997). Bizonyos betegségek megelőzésében és esetleges kezelésében igen fontos szerepet játszik, melyet számos állatkísérlettel alátámasztottak az elmúlt évek során. Mivel antioxidánsokban gazdag, így elsősorban az oxidatív stressz és az ehhez kapcsolódó kórképek ellen alkalmazzák (Rzepecka-Stojko és mtsai., 2015). Az antioxidáns tulajdonságai és egészségjavító értéke a másodlagos anyagcseretermékekből ered, mint például a B-komplex vitaminokból, karotinoidokból vagy polifenolokból, illetve az enzim és koenzim tartalma is hozzájárul (Denisow és Denisow-Pietrzyk 2016). Ezek közé sorolhatóak a gyulladásos betegségek, reumás, ízületi panaszok, érelmeszesedés, magas vérnyomás, idegrendszeri problémák, továbbá az emésztési zavarok, daganatos betegségek, a vesebetegségek, illetve a felgyorsult öregedési szindrómák (Hevesi 2021; Rzepecka-Stojko és mtsai., 2015). A legtöbb gyulladáscsökkentő hatás a fenolsavaknak, valamint a flavonoidoknak tulajdonítható (El Ghouizi és mtsai., 2023). Llnskens és Jorde (1997) írtak arról, hogy a virágpor adagolása krónikus prosztatagyulladás esetén eredményesnek bizonyult. Ezenkívül a prosztatatarák kezdeti szakaszában, amennyiben a kemoterápiás szerek mellett pollennel is kezelték a betegeket, a terápiás hatás jelentősen növekedett (El Ghouizi és mtsai., 2023; Komosinska-Vassev és mtsai., 2015). Megállapították, hogy preventív hatása van a

cukorbetegség, az elhízás és anyagcserezavarok esetén is (Khalifa és mtsai. 2021). A fahéjsav serkenti az inzulinválaszt, javítja a glükózfelvételt és fokozza a hasnyálmirigy működését (El Ghouizi és mtsai., 2023). A méregtelenítési folyamatokban szintén fontos szerepet játszik és májvédő funkciókat lát el. Mérgező anyagokkal együtt fogyasztva arra a következtetésre jutottak, hogy védi a máj sejtjeit a káros komponensektől (Komosinska-Vassev és mtsai., 2015; Rzepecka-Stojko és mtsai., 2015). A virágpor bizonyos mennyiségben rutént is tartalmaz, mely erősíti a szív és agysejtek vérellátását, ezzel csökkentette az agyvérzés kockázatát (Fási, 2012). Más tanulmányok is alátámasztották ezt a tulajdonságát, amely a szellemi aktivitásra is pozitív hatással lehet (Komosinska-Vassev és mtsai., 2015). A depressziót is csökkentheti vagy akár meg is szüntetheti, ugyanis a triptofán mint egyik értékes összetevője antidepresszáns tulajdonságúnak tekinthető (Temesvári, 2001). Komosinska-Vassev és munkatársai (2015) szerint antidepresszánsokkal való együttes adagolás esetén növelte a gyógyulás esélyét és a jobb általános közérzetet. Végül az állatok takarmányozása során bebizonyosodott, hogy azoknak az egereknek, melyeket virágporral tápláltak, magasabb volt a C-vitamin, illetve magnézium szintje, emellett a hemoglobin mennyisége is megemelkedett és több vörösvértest termelődött (Hevesi, 2021; Komosinska-Vassev és mtsai., 2015). Ennek következtében csökkentheti a vashiányt és vérszegénységet, valamint javíthatja a vas felszívódását és hasznosulását (Rzepecka-Stojko és mtsai., 2015).

Összefoglalva tehát a virágpor, mint gyógyászati termék, széles körben támogatja az egészséget. Növeli a szervezet fizikai és szellemi aktivitását, hatással van a központi idegrendszerre, például a memóriára vagy a koncentrációs képességek javítására, segít az oxidatív stresszel összefüggésben lévő betegségek megelőzésében és kezelésében, végül az immunrendszer ellenálló képességét is növeli. Azonban nem szabad figyelmen kívül hagyni, hogy azok számára, akik valamilyen pollenallergiában szenvednek rendkívül veszélyes lehet. Ebben az esetben a virágpor fogyasztása tilos. Okozhat túlérzékenységet, allergiás reakciókat, mint orrfolyás vagy viszketés, de akár anafilaxiás sokkot is (Llinskens és Jorde 1997).

4. ANYAGOK ÉS MÓDSZEREK

4.1. Vizsgált minták

Az aminosav-összetétel vizsgálat során felhasznált virágporcsomókat hazai üzletekből, valamint méhészetekből szereztük be. A kutatáshoz felhasználtunk kultúrnövényekről származó, illetve vadvirágok által termelt polleneket is. A kultúrnövények közül a repce (*Brassica napus* L.), a napraforgó (*Helianthus annuus* L.), a mézontófű (*Phacelia tanacetifolia* Benth.) és a cseresznye (*Prunus avium* L.) virágporát vizsgáltuk, a vadvirágok virágporának a forrásai pedig a vadszedér (*Rubus fruticosus* L.), koloncos legyezőfű (*Filipendula vulgaris* L.), tövises lepényfa (*Gleditsia triacanthos* L.), bókóló bogáncs (*Carduus nutans* L.), pitypang (*Taraxacum officinale* L.), pipacs (*Papaver rhoeas* L.), borzas szuhaar (*Cistus incana* L.) és erdei iszalag (*Clematis vitalba* L.) voltak. A felsorolt pollenek közül néhány nélkülözhetetlen méhészeti jelentőséggel bír, míg másokat csak elvétve gyűjtenek a méhek. A jelentősebbek közé sorolhatóak a gyümölcsfák, a repce, a napraforgó, a mézontófű, valamint a vadvirágok közül a gyermeklángfű, másik nevén pitypang is. A 6. ábra a felhasznált pollenek forrásnövényeit mutatja. A repce pollen esetén három, különböző földrajzi eredetű mintát is összehasonlítottam, melyek Kimléről (Repce 1), Esztergomból (Repce 2) és Nagybányáról (Repce 3) származtak.

A korai méhlegelőkön a termesztett növények közül a repceféléket tekintjük a legfontosabbnak (Faluba 1983). Virágzása a gyümölcsfák és az akác virágzása közé, április-május környékére esik, így folyamatos virágporforrást tud biztosítani. Fiasításra, gyarapodásra rendkívül jó, segíti a tavaszi fejlődést, ezért érdemes a méheket repce közelébe telepíteni (Király, 2017; Örosi 1957). Azonban nem árt mégis nagyobb távolságot hagyni, mert az illata vonzó a méhek számára, és hűvösebb idő esetén is kirepülhetnek, de ilyenkor nem biztos, hogy vissza is térnek. Nektártermelése hektáronként elérheti akár a 40-50 kg is (Sebestyén 2014).

A napraforgó méhészeti jelentősége sem elhanyagolható, ez a második legjelentősebb növény méhlegelő szempontból (Király, 2017). A nyári mézelők legfontosabb forrása (Faluba 1983). A fészkesvirágúak közé tartozik, a tányérok átmérője a 30-60 cm-t is elérheti, melyek általában egyesével állnak. Vannak fajták, ahol a porzók a bibe ivarérettsége előtt nyílnak, és az érett virágport a portokcső belsejébe hullajtják. A nektárium a bibeszál tövén helyezkedik el, ahol a pártacsóban csepp alakban gyűlik össze a nektár. Ennek termeléséhez azonban sok csapadékra és melegre van szükség (Sebestyén 2014). A méhek nektáron és virágporon kívül ragasztót is gyűjtenek a tányérvirágról. De ez is csak akkor jelentős, ha

nagy területen termelik. Ez a kultúrnövény kései legelőt biztosít a méheknek, ezzel segítve a télre való felkészülést (Örösi 1957). Virágzása csak július közepén kezdődik el. Végül fontos megemlíteni, hogy teljes mértékben idegen beporzású, tehát a méhek munkája nélkülözhetetlen a napraforgó esetében (Sebestyén 2014).

A mézontófü másik neve a facélia, mely többnyire kerti díszvirágként van számontartva. Jelentősége viszont csak abban az esetben van, ha nagyobb területen termesztik. Gyakran ajánlják a méhlegelők javítására, ami sokszor be is válik, ugyanis évente többször is lehet vetni. Az őszi vetés májusban virágzik az akác virításával egybeesve. A méhek számára virágport és nektárt tud biztosítani, melyet annyira kedvelnek, hogy más bő legelő nyílásakor is látogatják (Örösi 1957). Ezért a leterhelt méhlegelők közé sorolják. A nektár cukortartalma 28-60% között ingadozik, méze halványbarna, enyhe zamatú, mely könnyen kristályosodik (Király, 2017). Szép tintakék virágport hordanak róla a méhek. Nektártermelése pedig elérheti hektáronként a pár száz kg-ot is (Sebestyén 2014).

A vad és termesztett gyümölcsfák fontos nektár- és virágporforrások a méhek számára (Örösi 1957). A cseresznye az egyik legkorábbi fa, melynek virágzási ideje április-májusra tehető. Virágai 5 csésze- és 5 szíromlevélből állnak, bennünk sok porzó, illetve egy termő található. Méheknek a cseresznye virágzásának idején lehet az első műlépet beadni. Jelentősége azonban inkább a nektárhordás szempontjából kiemelkedő fontosságú (Sebestyén 2014). A tél során megfogyott készletek kielégítésére szolgál. A méhek fontos szerepet játszanak a megporozásában, ugyanis a cseresznye legtöbbször idegenmegporzást igényel. Ha ez nem teljesül, akkor nem fog teremni (Örösi 1957).

A különféle szedrek az egész országban elterjedt vadnövények. A vadszeder kiváló virágpor- és nektárforrást jelent, illetve az erdei mézet is gyakran ebből pörgetik. Mindez akkor érvényes, ha nagy területet foglal el. Júniustól virágzik, így nyáron tud méhlegelőt biztosítani a méhek számára (Nagy, 2020).

A koloncos legyezőfü Közép-Európa száraz és napos helyeit kedveli. Ezeket a növényeket a nyári méhlegelő egy-egy elemének tekintik, melynek virágzási ideje május-június. A méhek fejlődéséhez hozzájárulnak, ugyanis a családok nektár- és virágporkészletének kiegészítésére szolgálnak (Sebestyén 2014).

A tövises lepényfa jellegzetessége a törzsén 10-15 cm-esre is megnövő tövis (Sebestyén 2014). A lepényfát szokás krisztustövisnek vagy gledicsiának is nevezni. Virágzása az akác virágzásához kapcsolódik, júniustól júliusig. Nektárt és virágport egyaránt

nyújt, az akáclelegők meghosszabbítására alkalmas lehet, ha egy helyen sok nő belőle (Örösi 1957). Virágfüzérei egy hétnél is tovább nyílnak, de az egyes virágok csak egy-egy napig. Jól mézelő növény, illetve a méhek sok virágport is tudnak gyűjteni róla (Sebestyén 2014).

A gyermekláncfű nagyon változatos faj (Sebestyén 2014). Koratavaszi-tavaszi lágyszárúak közé sorolható, amely a réteken tud hasznos lenni (Faluba 1983). Néhol tömegesen nyílik és virágzása akár nyárig is elnyúlik. Méhészeti jelentősége mind a nektárjában, mind pedig a virágporában rejlik, mely erősen keserű ízű, de mézzel keverve megszokható (Sebestyén 2014). Szokás pitypangnak is nevezni. A mézét a méhek fiasításra használják fel. Gyűjtögetés során a délelőtti órákban látogatják a méhek, mert délutánra virága összezsugorodik (Örösi 1957). Ha a méhek akáccal együtt gyűjtik, őszre kristályosodás figyelhető meg benne (Sebestyén 2014).

A pipacs a mák nemzetségbe tartozó, a méhek körében kevésbé kedvelt növény. Méhészeti szempontból csak virágpora lényeges, mely fekete színű. A méhek csak ezt tudják róla hordani, ugyanis nektárt nem termel (Sebestyén 2014).

A Föld minden részén megtalálható erdei iszalag hazánkban inkább az erdőszéleken, ritkás ligetekben mindenfelé közönséges. A méhek egyaránt felkeresik a nektárjáért és virágporáért is, ez utóbbi fehér színű, virágzásának ideje pedig júniustól augusztusig terjed (Sebestyén 2014).



6. ábra: Vizsgált minták: 1 – Repce; 2 – Napraforgó; 3 – Mézontófű; 4 – Cseresznye; 5 – Vadszeder; 6 – Koloncos legyezőfű; 7 – Tövises lepényfa; 8 – Bókoló bogáncs; 9 – Pitypang; 10 – Pipacs; 11 – Borzas szuhar; 12 – Erdei iszalag. (Internet 3; Interne 4; Sebestyén, 2014)

4.2. Alkalmazott módszerek

4.2.1. Mikroszkópos pollenanalízis

A virágporcsomó minták botanikai összetételének meghatározása mikroszkópos pollenanalízissel történt. A vizsgálatot a Mézvizsgálók Nemzetközi Szövetsége (IHC) Melisszopalinológiai Csoport tagja, Rőzséné dr. Büki Etelka végezte saját laboratóriumában. A vizsgálat során a szakértő vízben szuszpendálta a pollenminta meghatározott részét, majd a szemcséket eloszlatta vortex segítségével. A szuszpenziókból 20-20 µl-t átvitt tárgylemezre, amelyeket szárításnak vetett alá, majd bevont glicerín-zselatin eleggyel, illetve fukszinnal festett glicerín-zselatin eleggyel. A szakértő a meghatározás során 500 virágpor szem eredetét azonosította morfológiai tulajdonságaik alapján, 20x20 mm-es terület megvizsgálásával, melyhez Delta Optical binokuláris fénymikroszkópot (Delta Optical, Varsó, Lengyelország) használt 400-szoros nagyításban. A virágpor szemeket előfordulásuk szerint négy csoportba sorolta: vezérpollen ($\geq 45\%$), kísérőpollenek (16 – 44%), kis mennyiségben jelen lévő pollenek (3 – 15%) és egyéb pollenek ($< 3\%$).

4.2.2. Nyersfehérje-tartalom meghatározása

A nyersfehérje-tartalom meghatározását három párhuzamosban végeztem a Kjeldahl féle módszerrel, amely három fő lépésből áll:

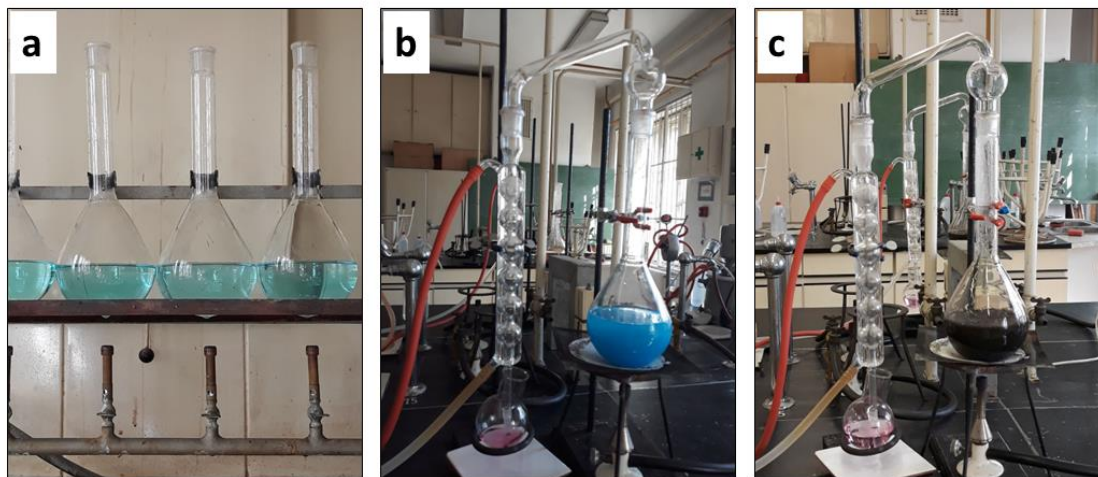
1. Roncsolás

A roncsolás megkezdése előtt nitrogénmentes szűrőpapírba mértem 1 g mintát analitikai mérlegen, a tömeget 4 tizedesjegy pontossággal feljegyeztem, majd becsomagolva Kjeldahl lombikba helyeztem. Hozzáadtam egy kis kanálnyi réz-szulfátot (katalizátor) és kétszer ennyi kálium-szulfátot (forráspont emelő), majd mérőhengerrel 25 ml tömény kénsavat adagoltam a lombikba. A lombik tartalmát összeráztam, és elszívó fülke alatt roncsoltam 1 órán át.

2. Desztilláció

A kihűlt roncsolatokat csapvízzel hígítottam, melynek eredményeképp világos türkizkék oldatokat kaptunk (7/a ábra). Az egyenletes forralás érdekében horzsakövet tettem a lombikba, majd a 7. ábrán látható, előre összeállított desztilláló készülékbe helyeztem a lombikot. A szedőedénybe 20 ml sósav oldatot (0,1 N) pipettáztam és 5 csepp metilvörös indikátort is tettem bele. Hozzáadtam 100 ml 33%-os NaOH oldatot, melynek hatására az oldat színe sötétkék lett (7/b ábra). Ezután elkezdtem a melegítést, majd rövid idő után az

oldat sötétedését figyeltem meg, néhány perc alatt fekete színű lett (7/c ábra). A desztillációt addig folytattam, amíg kb. 150 ml párlat összegyűlt a szedőedényben.



7. ábra: A nyersfehérje meghatározás során végzett desztilláció folyamata

3. Visszatitrálás

A szedőedényben lévő sósavfelesleget NaOH oldattal (0,1 N) titráltam, amíg el nem értem a hagymahéj-sárga átcsapási szint. A minták nyersfehérje tartalmát a következő képlet segítségével számítottam ki:

$$\text{Nyersfehérje (\%)} = \frac{(V_{\text{HCl}} \cdot f_{\text{HCl}}) - (V_{\text{NaOH}} \cdot f_{\text{NaOH}}) \cdot 0,0014 \cdot \text{NF faktor}}{m} \cdot 100$$

ahol:

V_{HCl} : a bemért sósav térfogata milliliterben meghatározva

f_{HCl} : a sósav oldat faktora

V_{NaOH} : a nátrium-hidroxid fogyása a titrálás során, milliliterben meghatározva

f_{NaOH} : a nátrium-hidroxid oldat faktora

m : a bemért minta tömege grammban kifejezve

NF faktor: Nitrogén:Fehérje konverziós faktor (6,25 vagy 5,6)

4.2.3. Aminosav-összetétel vizsgálata

Minden mintából három párhuzamos mérést végeztem. A virágporcsomókat a méréshez elő kellett készíteni. Először ledaráltam a mintákat, majd analitikai mérleg

segítségével hidrolizáló csövekbe kimértem a már ismert fehérjetartalmuknak megfelelő mennyiségeket. Ezt követően a mintákhoz 10 ml 6 M sósavat pipettáztam és 110 °C-on 24 órán keresztül hidrolizáltam. Az elkészült hidrolizátumok lehűlése után 10 ml 4 M NaOH-dal átmostam egy 25 ml-es mérőlombikba, majd desztillált vízzel jelre töltöttem. A semlegesítést követően a mintákat először szűrőpapíron keresztül kémcsövekbe, majd fecskendőszűrő (0,22 µm pórusátmérő) segítségével mintatartó edényekbe átszűrtem. Végül a szűrletet 10-szeresére hígítottam (900 µl puffer oldathoz 100 µl mintát adtam), és Eppendorf csövekben tároltam -22°C-on.

Az aminosavak meghatározását INGOSS AAA 400 aminosav analizátorral végeztem, a következő paraméterek mellett:

- Kation cserélő oszlop: Ionex Ostion LCP 5020, oszlopméret: 200 x 3,7 mm
- Oszlophőmérséklet: 50 °C – 60 °C
- Reakcióhőmérséklet: 120 °C
- Analízisidő: 200 min
- Eluens: Li-citrát pufferek (Li citrát, LiCl és citromsav) Mintatérfogat: 100 µl
- Detektálás: 440 nm, 570 nm
- Eluens áramlási sebesség: 0,30 cm³/min
- Ninhidrin áramlási sebesség: 0,25 cm³/min
- Kimutatási határ: 0,5 µmol/dm³

Az aminosav meghatározása erősen savas közegben zajlik, gyengülő eluensek sorozatával, lépcsős gradiens elúcióval.

- Puffer 1: 0,18 M Li citrát, pH 2,80
- Puffer 2: 0,20 M Li citrát, pH 3,05
- Puffer 3: 0,36 M Li citrát, pH 3,35
- Puffer 4: 0,33 M Li citrát, pH 4,05
- Puffer 5: 1,20 M Li citrát, pH 4,65

Az aminosavak detektálása a ninhidrinnel adott színreakciójuk alapján történt, spektrofotometriásan. A prolint 440 nm-en, míg a többi aminosavat 570 nm-en detektáltuk. A színreakció oszlop utáni származékképzéssel, 120 °C-on megy végbe.

Utolsó lépésként a kromatogramok kiértékeléséhez a CHROMuLAN082 programot használtam, standard aminosav eleggyel való összehasonlítás alapján.

5. EREDMÉNYEK ÉS ÉRTÉKELÉSÜK

5.1. Virágporcsomó minták botanikai összetétele

Az 1. táblázat a szakdolgozathoz szükséges méréseim során felhasznált virágporcsomók botanikai összetételét mutatja. A minták monoflorálisnak tekinthetők, mivel a minták minden esetben 80% feletti vezérpollen-tartalommal rendelkeznek (Campos és mtsai, 2008). Egyes minták rendkívül magas értékeket is mutatnak, valamint a mézontófü minta (facélia) 100 %-ban csak vezérpollent tartalmaz. Kísérőpollen egyik virágpor esetében sem fordul elő, azonban kis mennyiségben (<15%) jelen lévő további pollenek megtalálhatóak bennünk. Az eredményeket a 1. táblázatban foglaltam össze, ahol leolvasható az egyes növényfajok vezérpollen tartalma és a kisebb mennyiségben megjelenő egyéb pollenek megnevezései is.

1. táblázat: A minták botanikai összetétele

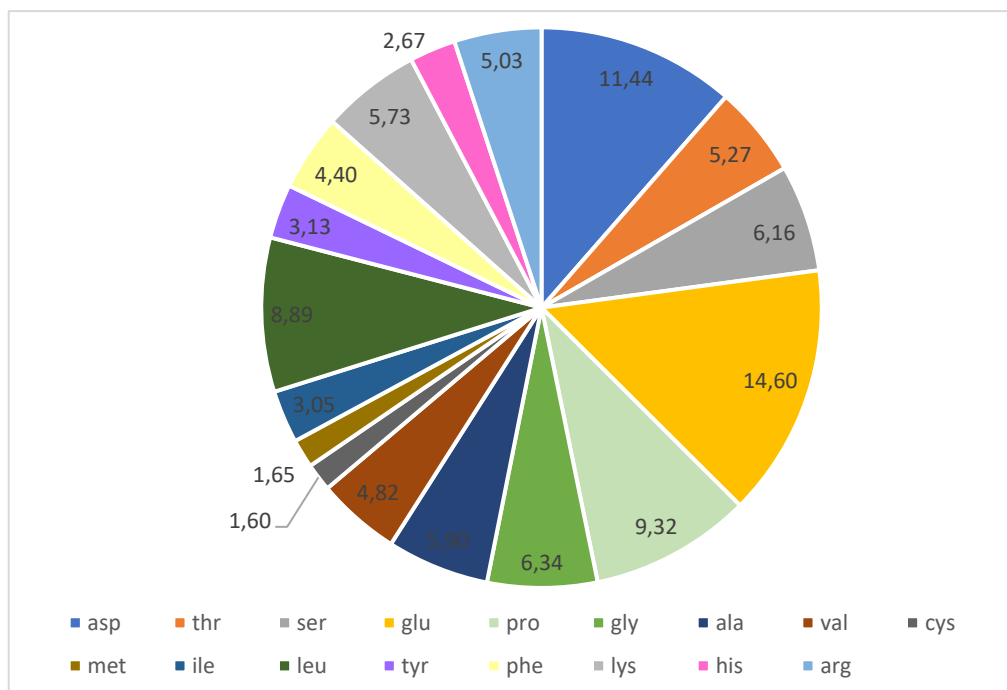
Vezérpollen (>45%)		Kísérőpollenek (15-45%)	Kis mennyiségben jelen lévő pollenek (<15%)
Növényfaj	%		
Repce (<i>Brassica napus</i> L.)	96	-	<i>Frangula, Acer, Loranthus europaeus</i>
Repce (<i>Brassica napus</i> L.)	94	-	<i>Salix</i> , különböző gyümölcsök
Repce (<i>Brassica napus</i> L.)	96	-	<i>Scripus lacustris, Juglans regia, Acer,</i> <i>különböző gyümölcsök</i>
Napraforgó (<i>Helianthus annuus</i> L.)	97	-	<i>Taraxacum officinale</i>
Mézontófü (<i>Phacelia tanacetifolia</i> Benth.)	100	-	-
Cseresznye (<i>Prunus avium</i> L.)	96	-	<i>Salix</i>
Vadszeder (<i>Rubus fruticosus</i> L.)	98	-	not identified
Koloncos legyezőfü (<i>Filipendula vulgaris</i> L.)	95	-	<i>Trifolium repens, Helianthus annuus,</i> <i>Chenopodium, Carduus nutans, Papaver</i> <i>rheas, Impatiens, Leucanthemum vulgare</i>
Tövisek lepényfa (<i>Gleditsia triacanthos</i> L.)	99<	-	<i>Tilia</i>
Bókoló bogács (<i>Carduus nutans</i> L.)	94	-	<i>Helianthus annuus, Calluna vulgaris,</i> <i>Impatiens, Cyanus segetum</i>
Pitypang (<i>Taraxacum officinale</i> L.)	84	-	<i>Salix, Brassica napus, különböző gyümölcsök</i>
Pipacs (<i>Papaver rhoeas</i> L.)	94	-	<i>Phacelia tanacetifolia, Ligustrum, Tilia,</i> <i>Convolvulus arvensis</i>
Borzas szuhar (<i>Cistus incana</i> L.)	97	-	<i>Calluna vulgaris, Taraxacum officinale,</i> <i>Thymus</i>
Erdei iszalag (<i>Clematis vitalba</i> L.)	89	-	<i>Plantago, Tilia, Taraxacum officinale,</i> <i>Trifolium repens</i>

5.2. Virágporcsomó minták aminosav összetételének eredményei

2. táblázat: Mért minták aminosav tartalmának eredményei

mg/g	Repce 1	Repce 2	Repce 3	Napraforgó	Facélia	Cseresznye	Vadszeder	Lepényfa	Pitypang	Koloncos legyezőfü	Bogáncs	Borzas szuhar	Erdei iszalag	Pipacs
Asp	22,92 ± 3,66	19,96 ± 0,88	13,78 ± 0,37	12,07 ± 0,09	25,22 ± 0,97	27,50 ± 0,196	20,26 ± 0,91	22,14 ± 2,04	13,14 ± 0,30	12,05 ± 0,81	10,47 ± 0,63	10,88 ± 0,15	11,91 ± 1,29	19,92 ± 1,18
Thr	11,08 ± 0,19	10,60 ± 0,35	7,77 ± 0,44	6,08 ± 0,62	12,76 ± 0,22	11,89 ± 1,52	7,05 ± 0,42	11,77 ± 0,18	6,54 ± 0,26	4,62 ± 0,02	4,42 ± 0,25	4,53 ± 0,15	5,17 ± 0,53	8,54 ± 0,01
Ser	13,50 ± 0,28	11,50 ± 0,56	8,13 ± 0,09	5,78 ± 0,14	12,39 ± 0,56	13,58 ± 1,35	8,93 ± 0,13	12,21 ± 0,20	7,59 ± 0,45	6,36 ± 0,59	5,63 ± 0,26	6,38 ± 0,29	6,74 ± 0,65	11,23 ± 0,78
Glu	28,92 ± 0,65	26,12 ± 1,65	18,70 ± 0,90	15,22 ± 0,38	31,90 ± 1,01	35,90 ± 2,18	21,76 ± 1,17	30,01 ± 2,86	16,00 ± 0,38	15,13 ± 0,42	13,69 ± 0,90	14,41 ± 0,20	16,08 ± 1,89	25,80 ± 1,20
Pro	11,23 ± 0,52	12,53 ± 0,86	5,25 ± 1,00	7,53 ± 1,11	18,28 ± 1,02	27,20 ± 1,93	5,88 ± 0,78	4,80 ± 0,15	17,26 ± 2,00	4,05 ± 0,23	19,20 ± 1,71	31,45 ± 0,05	10,33 ± 0,79	11,89 ± 1,89
Gly	11,46 ± 0,33	10,86 ± 0,62	8,52 ± 0,20	7,99 ± 0,33	13,87 ± 0,27	14,45 ± 1,80	9,47 ± 0,28	11,31 ± 0,98	9,42 ± 0,71	6,43 ± 0,32	6,67 ± 0,70	5,10 ± 0,02	6,76 ± 0,60	10,23 ± 0,58
Ala	11,19 ± 0,49	10,03 ± 0,28	7,06 ± 0,40	6,45 ± 0,04	12,69 ± 0,34	13,85 ± 1,00	8,96 ± 0,29	11,51 ± 1,10	8,48 ± 0,33	6,04 ± 0,59	5,83 ± 0,48	5,69 ± 0,30	6,27 ± 0,57	10,26 ± 0,83
Val	10,01 ± 1,30	7,90 ± 0,68	5,88 ± 0,25	4,97 ± 0,10	11,00 ± 0,32	10,86 ± 0,33	7,15 ± 0,43	9,61 ± 0,69	5,41 ± 0,42	4,54 ± 0,09	4,73 ± 0,46	4,63 ± 0,09	5,52 ± 0,53	10,05 ± 0,71
Cys	1,06 ± 0,00	3,38 ± 0,40	3,14 ± 0,11	2,62 ± 0,06	3,55 ± 0,14	3,86 ± 0,35	2,65 ± 0,09	2,95 ± 0,14	3,24 ± 0,04	1,86 ± 0,16	2,06 ± 0,14	nem detekt.	1,56 ± 0,04	0,88 ± 0,01
Met	3,54 ± 0,91	2,47 ± 0,42	1,62 ± 0,14	1,23 ± 0,07	3,15 ± 0,33	4,08 ± 0,47	2,81 ± 0,18	2,76 ± 0,31	1,66 ± 0,03	2,30 ± 0,15	2,47 ± 0,12	1,04 ± 0,03	2,16 ± 0,24	3,03 ± 0,08
Ile	5,94 ± 0,64	5,28 ± 0,51	3,90 ± 0,13	3,30 ± 0,20	6,85 ± 0,25	6,52 ± 0,08	4,30 ± 0,17	5,88 ± 0,49	3,34 ± 0,16	3,00 ± 0,13	2,89 ± 0,29	3,09 ± 0,08	3,37 ± 0,38	6,68 ± 0,77
Leu	17,82 ± 0,72	15,64 ± 1,19	11,12 ± 0,15	9,37 ± 0,48	19,65 ± 0,51	19,76 ± 0,85	13,24 ± 0,33	18,01 ± 1,82	10,32 ± 0,39	8,75 ± 0,43	7,95 ± 0,73	9,19 ± 0,33	9,80 ± 1,01	17,46 ± 1,37
Tyr	5,38 ± 0,44	5,86 ± 0,38	4,38 ± 0,63	3,08 ± 0,01	7,62 ± 0,15	7,90 ± 0,46	4,49 ± 0,35	6,72 ± 0,87	3,97 ± 0,05	2,88 ± 0,34	3,13 ± 0,21	2,57 ± 0,22	3,25 ± 0,22	5,82 ± 0,31
Phe	7,72 ± 0,38	8,01 ± 0,70	5,94 ± 0,17	4,46 ± 0,15	10,17 ± 0,30	10,24 ± 0,63	6,60 ± 0,54	9,37 ± 0,93	5,44 ± 0,23	4,67 ± 0,39	4,24 ± 0,41	3,98 ± 0,51	4,85 ± 0,42	7,42 ± 0,64
Lys	10,72 ± 0,19	11,83 ± 0,95	10,76 ± 0,51	6,64 ± 0,16	17,84 ± 0,23	11,73 ± 0,41	6,22 ± 0,45	9,50 ± 0,96	9,47 ± 0,26	4,73 ± 0,32	4,39 ± 0,43	4,60 ± 0,16	5,47 ± 0,47	8,60 ± 0,50
His	3,34 ± 0,48	4,23 ± 0,02	4,79 ± 0,06	4,94 ± 0,12	4,61 ± 0,34	5,24 ± 0,01	2,27 ± 0,19	6,19 ± 0,69	4,98 ± 0,14	2,00 ± 0,10	2,92 ± 0,23	2,72 ± 0,10	2,20 ± 0,19	4,13 ± 0,18
Arg	9,28 ± 0,87	9,83 ± 1,36	6,53 ± 0,29	4,63 ± 0,18	12,89 ± 1,29	14,99 ± 0,50	6,94 ± 0,83	10,44 ± 0,89	6,07 ± 0,31	5,44 ± 0,42	3,67 ± 0,33	4,63 ± 0,39	5,65 ± 0,27	7,75 ± 0,90
Σ	185,10	176,02	127,25	106,43	224,45	239,55	138,99	185,16	132,34	94,84	104,37	114,92	107,11	169,70

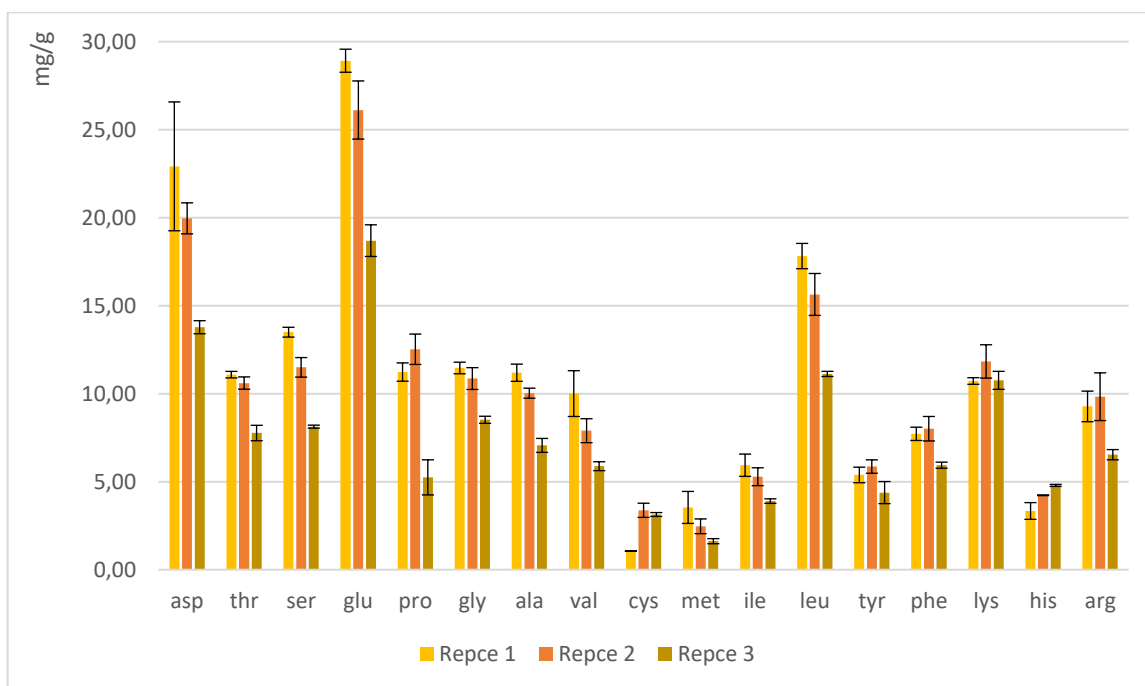
A 2. táblázat tartalmazza a fehérjék azon építőköveit, melyeket mérni tudtuk a virágporcsomók aminosav-tartalmának meghatározása során. A mintákból tehát összesen 17 aminosavat lehetett kimutatni, valamint a lepényfa esetében az 1mhis aminosav mennyisége is elérte a kimutatási határt, azonban ennek mennyisége ebben az esetben is elenyésző volt. A táblázat (2. táblázat) legalsó sorában összegeztem az aminosavak mennyiségét az egyes mintákban. Az aminosavak legnagyobb koncentrációjában a cseresznye virágporában fordultak elő. Ennél kicsivel kevesebbet találtunk a facélia mintában, ezt követte a lepényfa és a repce, majd a pipacsból származó minta. A vadszedér, a pitypang és a borzas szuhar pollenje közepes mennyiségű aminosavat tartalmazott. A sor végére pedig az erdei iszalag, napraforgó és a bókoló bogáncs kerültek, azonban a legkisebb mennyiséget a koloncos legyezőfü pollenjében mértünk. Megállapítható az is, hogy az aminosavak mennyisége és aránya minden mintában eltérő, amely elsősorban a botanikai eredetre vezethető vissza.



8. ábra: Virágporcsomó minták átlagos aminosav tartalma %-ban

Általánosságban elmondható, hogy minden mintában a glutaminsav koncentrációja érte el a legmagasabb értéket, illetve az aszparaginsav mennyisége is kiemelkedő volt. Bizonyos mintákban a leucin és lizin is kimagaslik a többi aminosav közül, illetve a prolin szintén magasabb koncentrációjú a többihez képest, ahogy az a 8. ábrán is látható. Campos és mtsai. (2008) korábban már megállapították azt a tényt, hogy ezek az aminosavak, vagyis a prolin, glutaminsav és aszparaginsav, illetve a lizin és leucin dominálnak a virágporokban és az

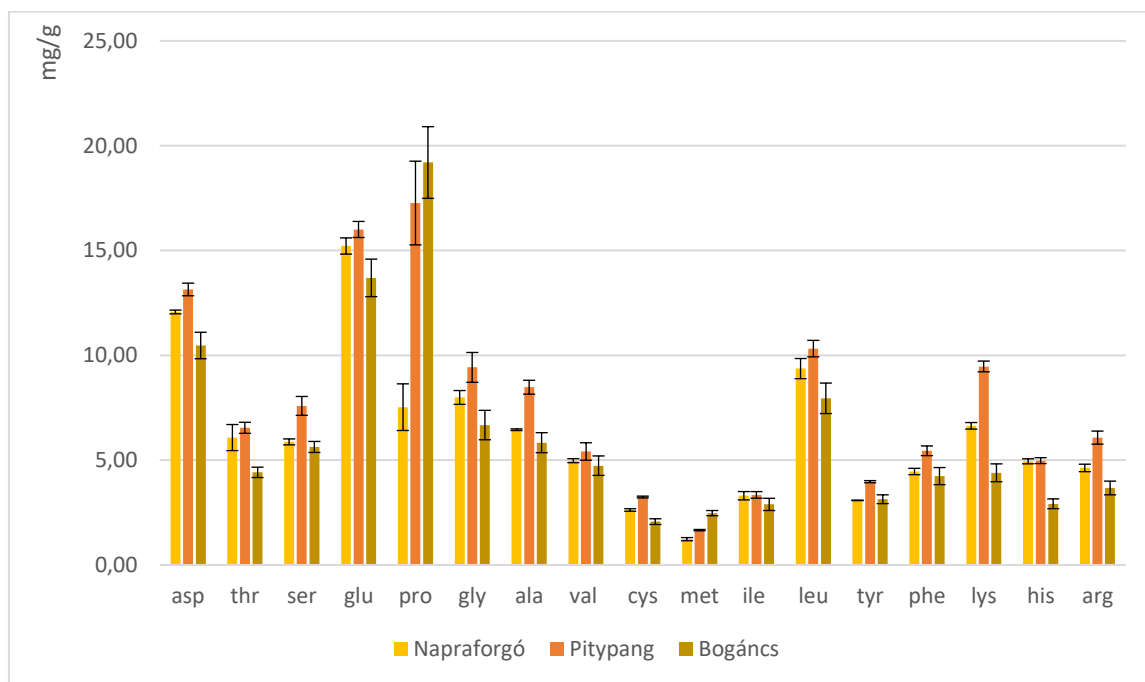
összes aminosav mintegy 55%-át adják. Mi is hasonló eredményeket kaptunk, ezen aminosavak a mi mintáink közel 50 %-át teszik ki. Ezenkívül a mintákban a ciszteinből, metioninből, izoleucinből, tirozinből, valamint a hisztidinből mértünk viszonylag alacsony koncentrációkat.



9. ábra: Repce minták aminosav-összetételének összehasonlítása

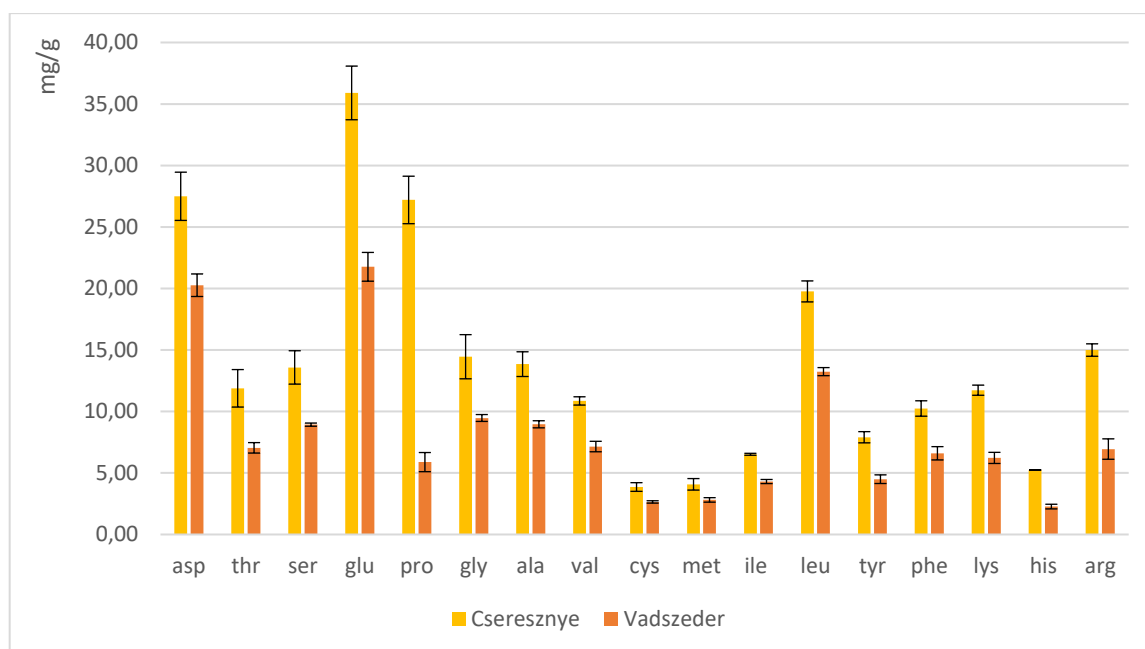
A repce esetében három különböző helyről (Kimle, Esztergom, Nagybánya) származó virágpor mintát is mértünk, hogy össze tudjuk vetni eredményeinket. Ezt az összehasonlítást a 9. ábra jól illusztrálja. Az aminosavak mennyiségének tekintetében az első két mintánál alig látszik számottevő eltérés. Ezek esetében csupán 1-2 mg/g koncentráció különbséget tapasztalunk. Azonban, ha a harmadik mintát hasonlítjuk az első kettőhöz, több aminosavnál is nagyobb a különbség. Az ábra jól szemlélteti, hogy közel minden aminosav esetében a harmadik mintának alacsonyabb a koncentrációja. Ez a minta egy Romániából származó, kereskedelmi forgalomban, fagyasztott formában értékesített minta volt, míg a másik kettőt hazai méhészekről szereztük be, szintén fagyasztott formában. Ez alapján arra következtethetünk, hogy a földrajzi eredet is befolyásolhatja a minták aminosav-összetételét a növényi eredet mellett. Legnagyobb eltérés az aszparaginsavnál, glutaminsavnál, prolinnál, leucinnál és argininnál fordul elő. Ezek eredményezik, hogy az összes aminosavtartalma ennek a mintának jóval kevesebb, mint az első kettőé. Egyedül a hisztidinből tartalmaz többet a Repce 1 és Repce 2 mintához viszonyítva. Ami még

észrevehető, hogy a lizin mennyisége majdnem megegyezik a három különböző eredetű repcében. Illetve a cisztein szinte ugyanannyi a második és harmadik mintát nézve. Ha a kéntartalmú aminosavakat (cisztein és metionin) együttesen vesszük figyelembe, a differencia csökken a minták között. Az első és harmadik repcében így közel azonos, a második mintában pedig csak minimálisan magasabb.



10. ábra: Az Asteraceae családba tartozó pollenek aminosav-összetételének összehasonlítása

A napraforgó, a pitypang és a bogáncs botanikai eredetüket tekintve igen közel állnak egymáshoz, ugyanis mindhárom növény a fészkesvirágzatúak rendjébe, azon belül pedig az őszirózsafélék családjába (Asteraceae) tartozik. Felmerül a kérdés, hogy ilyen esetben mennyire hasonlóak ezen virágporok aminosav értékei. A 10. ábra jól szemlélteti ezt. Az aminosavakat összegezve (2. táblázat) a napraforgó (106,43 mg/g) és a bogáncs (104,37 mg/g) aminosav-tartalma nagyon közel áll egymáshoz. Azonban a pitypangban (132,34 mg/g) több aminosav koncentrációja is kimagaslik a másik két növény virágporához képest. Ilyen az alanin, a lizin, a hisztidin, valamint az arginin is. Szintén jól megfigyelhető, hogy a prolin tartalom a pitypangban és a bogáncsban rendkívül magas, míg a napraforgóban ez az érték sokkal alacsonyabb. Összességében viszont elmondható, hogy a három minta értékei aránylag közel állnak egymáshoz. Csak egy-egy aminosav esetén térnek el jelentősebb mértékben.



11. ábra: Gyümölcsöt adó növények pollenjeinek összehasonlítása aminosav-összetétel szempontjából

A cseresznye és vadszeder pollenek összehasonlításának alapja, hogy mind a két minta gyümölcsöt adó növényről származik. Azonban aminosav tartalmukban viszonylag nagy eltérés mutatkozik. A virágporcsomók aminosav-tartalmát összegezve a cseresznye rendelkezik a legmagasabb koncentrációval (239,55 mg/g). Ezzel szemben a vadszeder (138,99 mg/g) jóval kevesebbet tartalmaz. A 11. ábra alapján is megállapítható, hogy a cseresznye virágporának aminosavtartalma minden esetben magasabb, mint a vadszedéré. Legnagyobb eltérést itt is a prolin esetében figyelhetünk meg. A legkisebb különbséget pedig a cisztein mutatja. Ez adódhat abból, hogy ugyan mindkét minta a rózsafélék (Rosaceae) családjának tagja, azonban a cseresznye a *Prunus* nemzetséghez tartozó fa, a vadszeder pedig a *Rubus* nemzetséghez tartozó bokor, így botanikai eredetük részben eltér.

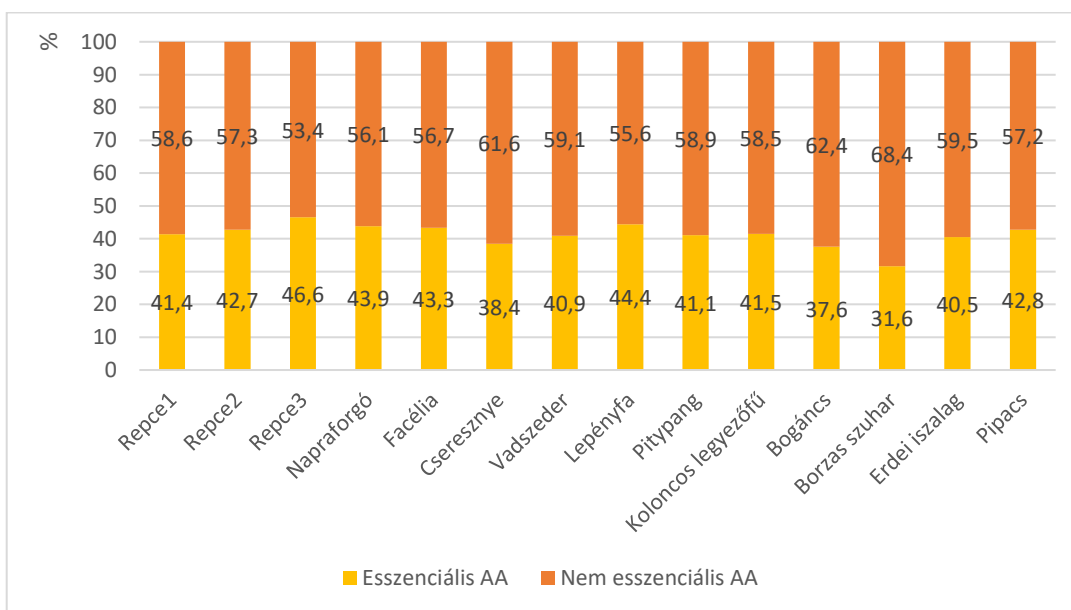
5.3. Esszenciális aminosav-tartalom

A virágporcsomókban összesen 17 aminosavat tudtunk kimutatni. Amint arról már korábban is volt szó, ezeket két nagy csoportra tudjuk osztani, mégpedig esszenciális és nem esszenciális aminosavakra. Az alábbi táblázat (3. táblázat) tartalmazza ezek megoszlását a virágporcsomó mintákban mg/g-ban kifejezve, illetve a diagramról (12. ábra) %-ban megadva is leolvasható. Átlagosan a teljes aminosav tartalom kicsivel kevesebb, mint felét, 41%-át alkotják esszenciális aminosavak.

3. táblázat: A minták esszenciális és nem esszenciális aminosav tartalma

	Esszenciális (mg/g)	Nem esszenciális (mg/g)	Összes aminosav (mg/g)
Repce 1	76,61	108,49	185,10
Repce 2	75,20	100,82	176,02
Repce 3	59,29	67,96	127,25
Napraforgó	46,68	59,74	106,43
Facélia	97,22	127,24	224,45
Cseresznye	92,08	147,47	239,55
Vadszeder	56,78	82,21	138,99
Lepényfa	82,73	103,56	186,30
Pitypang	54,37	77,97	132,34
Koloncos legyezőfű	39,35	55,49	94,84
Bogáncs	39,21	65,17	104,37
Borzas szuهار	36,36	78,55	114,92
Erdei iszalag	43,36	63,75	107,11
Pipacs	72,61	97,09	169,70

Az esszenciális aminosavak aránya a repce 3 (46,59%), illetve a lepényfa (44,41%) virágporokban volt a legmagasabb. Ezt követik a napraforgóról, a facéliáról és a pipacsról származó minták, melyek esszenciális aminosav tartalma 43% körül mozog. Kicsivel kevesebb található a koloncos legyezőfű, a pitypang, vadszeder és az erdei iszalag pollenekben. Ezekben 40-41%-ban fordulnak elő. A cseresznyéről és bogáncsról származó minták EAA tartalma 38 % körüli, de az összes közül a borzas szuهار virágporában mutattunk ki esszenciális aminosavakat a legkisebb arányban.



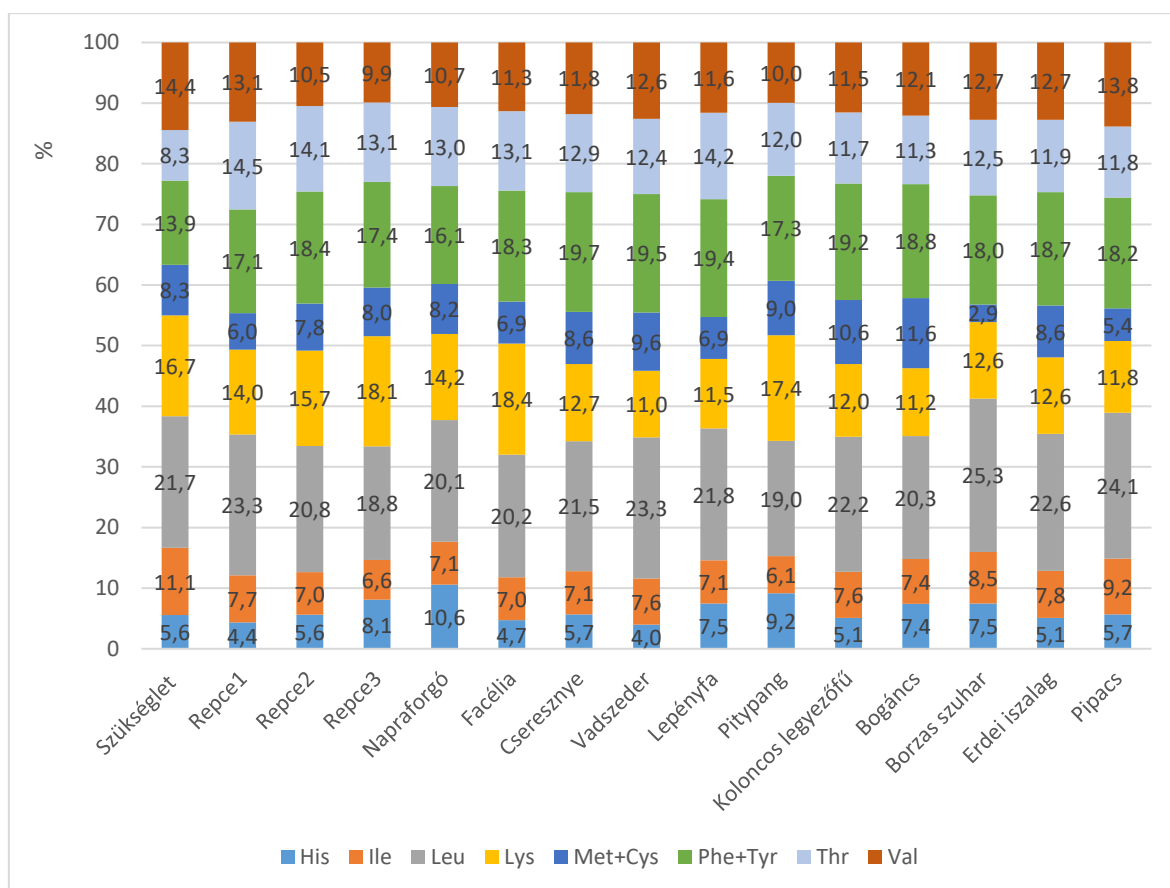
12. ábra: Esszenciális és nem esszenciális aminosavak megoszlása a mintákban

Az emberi szervezet számára kilenc aminosav jelenléte nélkülözhetetlen, melyeket táplálékkal kell elfogyasztanunk. Ezek közé tartozik a hisztidin (His), izoleucin (Ile), leucin (Leu), lizin (Lys), metionin (Met), fenilalanin (Phe), treonin (Thr), triptofán (Trp) és a valin (Val). A 4. táblázat első sorában látható az Egészségügyi Világszervezet (WHO), az Élelmezésügyi és Mezőgazdasági Világszervezet (FAO), valamint az Egyesült Nemzetek Egyeteme (UNU) által javasolt napi szükséglet az egyes esszenciális aminosavak arányában (WHO/FAO/UNU, 2007). Bizonyos aminosavak hasonló kémiai és élettani tulajdonságokkal rendelkeznek, így együttesen szerepelnek a táblázatban. Ilyennek számít a metionin és cisztein, melyek kéntartalmú aminosavak, illetve két aromás aminosav a fenilalanin és a tirozin is. Emellett átszámítottam a minták aminosav tartalmát százalékba és ezeket az eredményeket hasonlítottam össze a napi szükséglettel (13. ábra).

4. táblázat: A minták esszenciális aminosav tartalma és az emberi napi szükséglete

	His	Ile	Leu	Lys	Met+Cys	Phe+Tyr	Thr	Val
Napi szükséglet (mg/kg/nap)	10	20	39	30	15	25	15	26
Repce 1	3,34	5,94	17,82	10,72	4,60	13,10	11,08	10,01
Repce 2	4,23	5,28	15,64	11,83	5,84	13,87	10,60	7,90
Repce 3	4,79	3,90	11,12	10,76	4,76	10,32	7,77	5,88
Napraforgó	4,94	3,30	9,37	6,64	3,58	7,54	6,08	4,97
Facélia	4,61	6,85	19,65	17,84	6,70	17,80	12,76	11,00
Cseresznye	5,24	6,52	19,76	11,73	7,94	18,15	11,89	10,86
Vadszeder	2,27	4,30	13,24	6,22	5,46	11,09	7,05	7,15
Lepényfa	6,19	5,88	18,01	9,50	5,71	16,08	11,77	9,61
Pitypang	4,98	3,34	10,32	9,47	4,90	9,42	6,54	5,41
Koloncos legyezőfű	2,00	3,00	8,75	4,73	4,16	7,56	4,62	4,54
Bókoló bogáncs	2,92	2,89	7,95	4,39	4,53	7,37	4,42	4,73
Borzas zuhar	2,72	3,09	9,19	4,60	1,04	6,56	4,53	4,63
Erdei iszalag	2,20	3,37	9,80	5,47	3,72	8,10	5,17	5,52
Pipacs	4,13	6,68	17,46	8,60	3,91	13,24	8,54	10,05

A 13. ábra tehát az ember aminosav-szükségletét és a virágporcsomó mintákban található esszenciális aminosavak egymáshoz viszonyított arányát szemlélteti. Az oszlopdiagramról leolvasható, hogy az egyes virágporok aminosavai külön-külön milyen mértékben felelnek meg az ember napi szükségletének.



13. ábra: Esszenciális aminosavak megoszlása

A 13. ábra szerint a valin és izoleucin minden esetben a szükséges mennyiség alatt volt, míg a treonin, valamint a fenilalanin + tirozin az összesnél magasabb értéket mutatott. A metionin + cisztein csak bizonyos mintáknál, a repce, a facélia, a lepényfa, a borzas szuhar és a pipacs virágporánál volt alacsonyabb. A leucin tartalmat tekintve a borzas szuharról és a pipacsról származó minták esetében figyeltünk meg a szükségletnél valamivel magasabb értéket, de a többi esetében a szükséglet értékéhez közelített. A lizin pedig a pitypang, a facélia és a repce 3 mintákban volt magasabb a napi igényhez viszonyítva. A hisztidin bevitelt a legtöbb minta tudta volna fedezni, sőt a napraforgó és a pitypang pollenekben található mennyiség majdnem eléri a szükséglet kétszeresét. Viszont a facélia és vadszeder pollenek ebben az esetben alul maradtak. Összességében az állapítható meg, hogy legjobban az erdei iszalag, a repce 2 és a pipacs aminosav összetétele áll a legközelebb az ember napi szükségletéhez. Az 5. táblázat szerint minden esetben kiszámoltam, hogy az adott minta mennyire tér el a szükséglettől és az eltérések abszolút értékét összegezve jutottam erre a megállapításra.

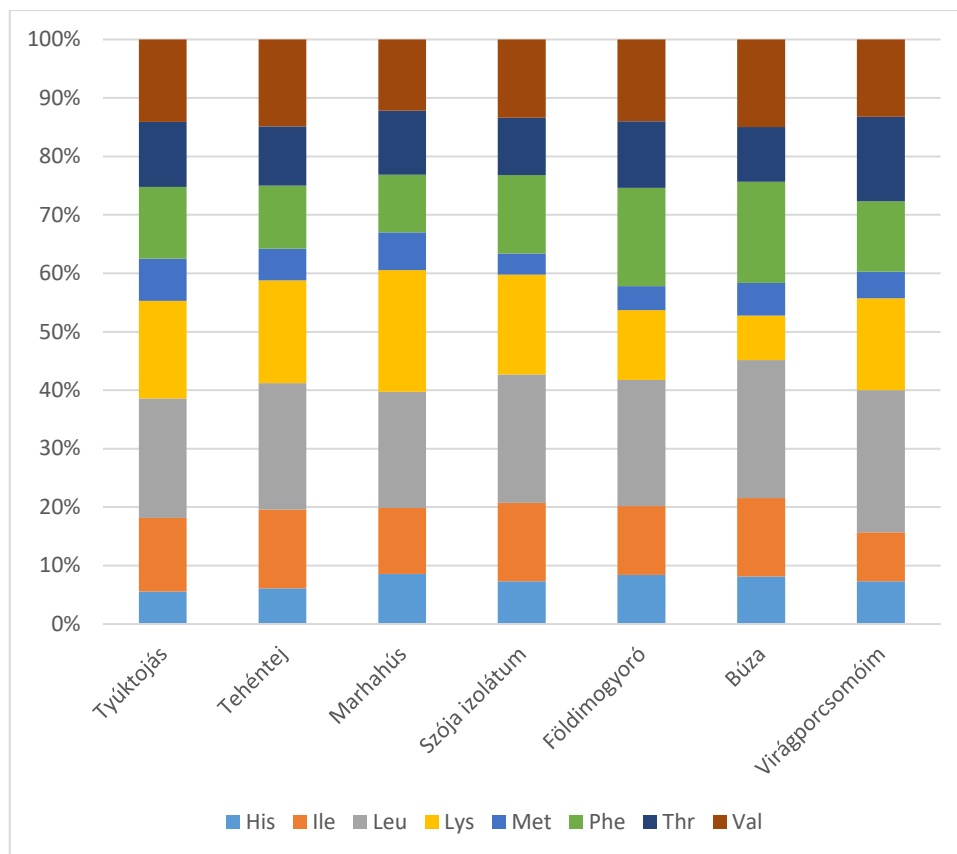
5. táblázat: A szükséglettől való eltérés abszolútértékben megadva

	His	Ile	Leu	Lys	Met+Cys	Phe+Tyr	Thr	Val	Σ
Repce 1	1,20	3,36	1,60	2,67	2,33	3,22	6,13	1,38	21,89
Repce 2	0,07	4,09	0,87	0,93	0,57	4,55	5,77	3,94	20,78
Repce 3	2,52	4,54	2,91	1,48	0,31	3,52	4,77	4,53	24,57
Napraforgó	5,03	4,04	1,60	2,45	0,08	2,25	4,68	3,79	23,94
Facélia	0,81	4,06	1,45	1,69	1,44	4,42	4,79	3,13	21,78
Csersznye	0,14	4,03	0,21	3,93	0,29	5,82	4,57	2,65	21,63
Vadszeder	1,56	3,53	1,65	5,70	1,28	5,65	4,08	1,86	25,30
Lepényfa	1,92	4,00	0,10	5,19	1,44	5,55	5,89	2,83	26,92
Pitypang	3,60	4,97	2,69	0,75	0,67	3,43	3,70	4,49	24,29
Koloncos legyezőfű	0,47	3,49	0,57	4,65	2,23	5,31	3,41	2,92	23,04
Bókoló bogáncs	1,88	3,74	1,39	5,46	3,23	4,91	2,93	2,37	25,92
Borzas szuhar	1,93	2,61	3,60	4,02	5,48	4,15	4,14	1,71	27,64
Erdei iszalag	0,47	3,34	0,94	4,06	0,25	4,80	3,60	1,72	19,18
Pipacs	0,13	1,92	2,38	4,82	2,94	4,34	3,43	0,60	20,57

5.4. A pollenminták esszenciális aminosav-profiljának összehasonlítása néhány élelmiszerrel

Az emberi szervezet számára egyik legfontosabb makrotápanyagnak a fehérjéket tekintjük. A táplálkozásban számos funkciót töltenek be, azonban a népesség növekedése által a fehérjeigény is növekszik, így szükségessé válhat az alternatív források előtérbe helyezése (Maurya és Kushwaha, 2019). Ezt alapul véve, hasonlítottam össze a mintáimat néhány élelmiszer esszenciális aminosav-összetételével, melyet a 14. ábra szemléltet.

Általában az állati eredetű fehérjéket szokták teljes értékű fehérjének tekinteni, mivel ezek többnyire tartalmazzák az összes esszenciális aminosavat. Egyik ilyen forrás a tyúktojás, melynek aminosav-összetétele fedezi a szervezet szükségletét, ezért referenciafehérjeként szoktak rá utalni (Figler, 2015). Ehhez viszonyítva elmondható, hogy a búzafehérjében a lizin limitáló aminosav. Ez a kifejezés azt jelenti, hogy egy adott ételben lévő aminosav-mennyiség alacsonyabb, mint amennyi szükséges lenne az optimális szint fenntartásához. Azonban a virágpor a tyúktojáshoz hasonló arányban tartalmazza a lizint, ezért a lisztes termékekhez, mint például a kekszekhez adagolva alkalmas lehet azok összetételének javítására. Látható az is, hogy a szójában és a mogyoróban a metionin limitáló, viszont ezeknél nem oldható meg a komplettálás, mert a virágporaim átlagos metionin tartalma szintén jóval alacsonyabb a referenciafehérjéhez viszonyítva.

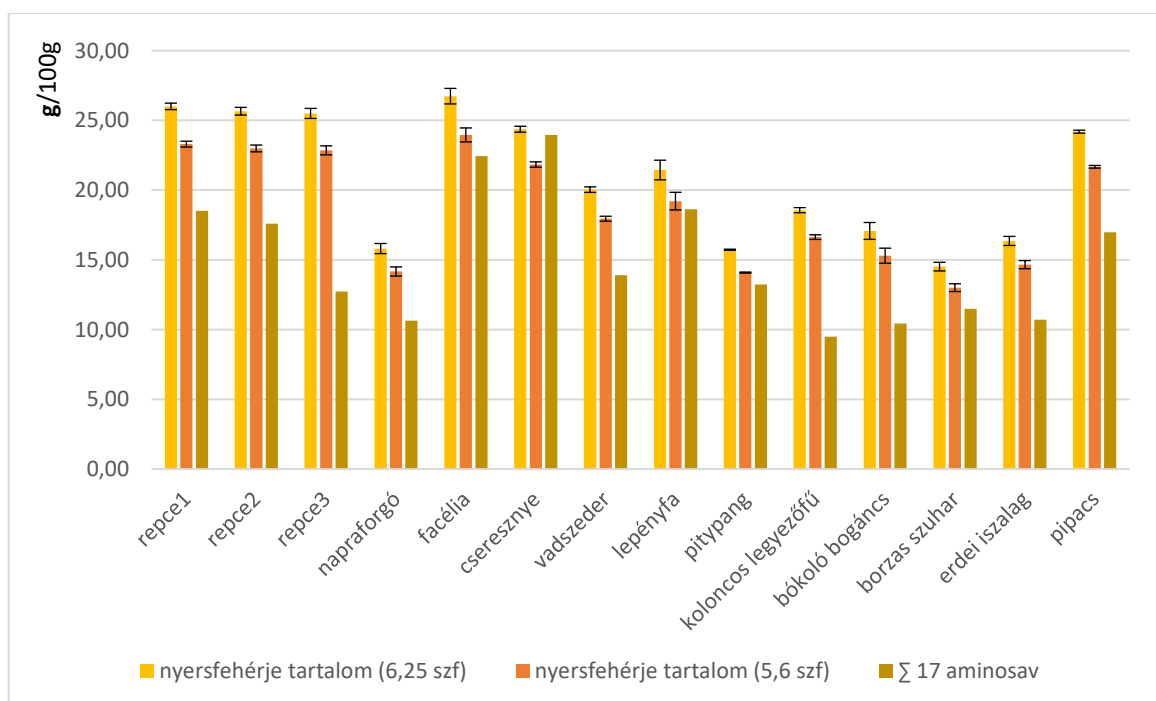


14. ábra: Virágporcsomó minták összehasonlítása néhány élelmiszer esszenciális aminosav-összetételével (Maurya és Kushwaha, 2019)

5.5. Nyersfehérje tartalom

Az élelmiszerek fehérjetartalmának becslésére leggyakrabban a Kjeldahl módszert alkalmazzák. A vizsgálat alapelve a minták nitrogéntartalmának meghatározása, melyből következtetni tudunk a fehérjetartalomra. Ennek eredményeként kapjuk meg a minta úgynevezett nyersfehérje-tartalmát. A vizsgálat abból a feltételezésből indul ki, hogy a minta nitrogéntartalmát a benne lévő fehérjék adják. Átlagosan a fehérjék nitrogéntartalma 16%, ennek megfelelően a vizsgálat során kapott nitrogéntartalmat rendszerint egy 6,25-ös faktorral ($100/16$) szorozzák meg, hogy végül megkapják a minták nyersfehérje tartalmát. Fontos azonban tudni, hogy a növényi élelmiszerek nem csak fehérjéből származó N-tartalmú vegyületeket tartalmaznak. Jelentős mennyiségben megtalálhatóak bennünk nem fehérjéből származó N-tartalmú vegyületek is, mint például szabad aminosavak, peptidek, amidok, ammónium sók, valamint másodlagos anyagcsere-termék. Ilyen esetekben tehát a 6.25-ös faktor alkalmazása a fehérjetartalom túlbecsléséhez vezethet (Levey és mtsai, 2000; Marotti és mtsai, 2008). Rabie és mtsai (1983) vizsgálatai szerint a virágporfehérjék nitrogéntartalma átlagosan 18%, így az 5,6-os szorzófaktor alkalmazásával a virágporok

fehérjetartalma jobban megbecsülhető. Az 15. ábrán feltüntettem a virágporok nyersfehérje tartalmát az általánosan alkalmazott 6,25-ös szorzófaktorral számolva, illetve a Rabie és mtsai (1983) által javasolt 5,6-os szorzófaktorral számolva. Feltüntettem továbbá a vizsgált 17 aminosav összmenyiségét is. Ez utóbbi az esetek számottevő részében alacsonyabb, mint a nyersfehérje tartalom, aminek oka lehet, hogy a 20 fehérjealkotó aminosav közül a triptofán nem került meghatározásra, mert a mintaelőkészítés során elbomlik, de további aminosavak is sérülhetnek a savas hidrolízis hatására (cisztein, metionin). Kínai kutatók nagyhatékonyságú folyadékkromatográfiás vizsgálattal megállapították, hogy a kamélia, lóbusz és repce pollenek triptofántartalma 2,16, 2,84 és 3,08 mg/g (Zhang és mtsai, 2009).



15. ábra: Nyersfehérje tartalom

A minták nyersfehérje-tartalma 14,52 és 26,74 g/100g között (6,25-ös szorzófaktor esetén), illetve 13,01 és 23,96 g/100g között (5,6-os szorzófaktor esetén) változott. A legkisebb nyersfehérje-tartalmat a borzas szuhar pollenje mutatta, de viszonylag alacsony értéket kaptunk az Asteraceae családba tartozó pollenek (napraforgó, pitypang, bogáncs) esetén is. Ezzel szemben a facélia és repce pollenek viszonylag magas, 25% feletti (6,25-ös szorzófaktor esetén), illetve 22% feletti (5,6-os szorzófaktor esetén) nyersfehérje-tartalommal rendelkeznek. Az összes aminosavra kapott értékek egy kivétellel alacsonyabbak, mint a nyersfehérje-tartalom eredmények, illetve hasonló tendencia figyelhető meg a minták között. A cseresznye pollen az egyetlen olyan minta, amely esetén

a mért aminosavak összes mennyisége közelebb áll a 6,25-ös szorzófaktorral számolt nyersfehérje tartalomhoz, mint az 5,6-os szorzófaktorral vizsgált értékhez. Ennek oka az lehet, hogy a cseresznye pollen relatíve kevés nem fehérje eredetű nitrogént tartalmaz.

6. ÖSSZEFOGLALÁS

A méhek beporzásától függ számos növény termésének mennyisége és minősége. Hazánk rendkívül kedvező területi adottságai számos méhlegelőnek ad helyet, ahol a méhészeteknek lehetőségük van elsősorban a méz, de számos más méhészeti termék előállítására is. A virágpor egy meglehetősen fontos termék, amit a méhek tápanyagforrásként gyűjtenek. Összetétele igencsak kedvező, valamint számos bioaktív anyag gazdag forrása, melynek köszönhetően egyre több felhasználási területét ismerjük mind a gyógyászatban, mind pedig az élelmiszer- és kozmetikai iparban. A szakdolgozatom célja a virágporcsomók botanikai összetételének vizsgálatán túl, azok aminosav-összetételének és nyersfehérje tartalmának meghatározása volt.

A mérésekhez felhasznált virágporcsomókat hazai üzletekből, valamint méhészetekből szereztük be. Voltak kultúrnövényekről származó, illetve vadvirágok által termelt pollenmintáim is. A kultúrnövények közül a repce, a napraforgó, a facélia és a cseresznye virágporát vizsgáltuk, a vadvirágok virágporának forrásai pedig a vadszeder, a koloncos legyezőfű, a tövises lepényfa, a bókoló bogáncs, a pitypang, a borzas szuhar, az erdei iszalag és a pipacs voltak. A minták botanikai összetételét a Mézvizsgálók Nemzetközi Szövetségének Melisszopalinológiai Csoportjának tagja végezte mikroszkópos pollenanalízissel. A nyersfehérje-tartalom meghatározását az erre leggyakrabban alkalmazott Kjeldahl féle módszerrel állapítottam meg, az aminosav összetétel meghatározását pedig ioncserés kromatográfiás módszerrel végeztem el.

A virágporcsomók botanikai összetételének vizsgálata során a minták minden esetben monoflorálisak voltak, mivel 80 % feletti vezérpollent tartalmaztak. A mézontófűben például 100%-ban csak vezérpollent találtunk. Az aminosavtartalom meghatározásának eredményeként 17 aminosavat tudtunk kimutatni, valamint a lepényfa esetében az 1mhis mennyisége is elért a kimutatási határt, de ennek mennyisége ebben az esetben is elenyésző volt. A legmagasabb aminosav koncentrációt a cseresznye virágporában figyeltük meg, de a facélia is viszonylag magas értéket mutatott. Megállapítottuk azt is, hogy általánosságban a glutaminsav, az aszparaginsav, a leucin, a lizin és a prolin mennyisége volt kiemelkedő. Ezek adták az összes aminosavtartalom közel felét. Összehasonlítottam a különböző területekről származó repce mintákat, az őszirózsafélék családjába tartozó virágok pollenjeit, illetve a gyümölcsöt adó növények virágporait aminosav-összetételük szempontjából. Minden esetben találtunk hasonlóságokat, illetve eltéréseket. Ezenkívül megvizsgáltuk az esszenciális és nem esszenciális aminosavak eloszlását. Legnagyobb

mennyiséget a Romániából származó repce pollen minta tartalmazta, melyben 46,59%-ot tett ki az esszenciális aminosavak aránya. Továbbá összevetettük eredményeinket a javasolt napi esszenciális aminosav szükséglettel. Arra a következtetésre jutottunk, hogy az erdei iszalag, az egyik repce és a pipacs pollenek aminosav-összetétele áll a legközelebb az ember igényeihez. Néhány élelmiszer esszenciális aminosav-összetételéhez is viszonyítottuk a virágporcsomókat. Ebben az esetben megállapítottuk, hogy például a virágpor lisztes termékekhez történő adagolásával javítható azok EAA összetétele.

Végül a nyersfehérje tartalmat vizsgáltuk, melynek alapja a minták nitrogéntartalmának meghatározása. A nyersfehérjetartalmat megadtuk mind az általánosan használt, 6,25-ös szorzófaktorral számolva, mind a szakirodalomban javasolt 5,6-os szorzófaktorral számolva. Az összes aminosavra kapott értékek a cseresznye kivételével alacsonyabbak voltak, mint a nyersfehérje-tartalom eredmények. A cseresznye pollenje volt az egyetlen, amelynél az aminosavak összes mennyisége közelebb állt a 6,25-ös faktorial számolt fehérjetartalomhoz. Ennek oka pedig az lehetett, hogy a cseresznye virágpora viszonylag kevés nem fehérje eredetű nitrogént tartalmaz. A többi mintánál viszont arra a következtetésre jutottunk, hogy az 5,6-os szorzófaktorral jobban becsülhető a nyersfehérje-tartalmuk, ugyanis a növényi élelmiszerekben, így a virágporokban is jelentős mennyiségben vannak jelen nem fehérjéből származó N-tartalmú vegyületek.

7. IRODALOMJEGYZÉK

1. Al-Kahtani S. N., Taha El-Kazafy, Khan K. A., Ansari M. J., Farag S. A., Shower D. M. B., Elnabawy El-Said M. (2020): Effect of harvest season on the nutritional value of bee pollen protein. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0241393>.
2. Bozsik A. (2020): Növényvédelmi állattan. Gödöllő.
3. Brodschneider, R., Crailsheim. K. (2010): Nutrition and Health in Honey Bees. *Apidologie* 41 (3): 278–94. DOI: <https://doi.org/10.1051/apido/2010012>.
4. Campos, M. G., Bogdanov S., Almeida-Muradian, L., Szczesna, T., Mancebo, Y., Frigerio, C., Ferreira, F. (2008): Pollen composition and standardisation of analytical methods. *Journal of Apicultural Research* 47 (2): 154–61. DOI: <https://doi.org/10.1080/00218839.2008.11101443>.
5. Csapó, J., Albert, C., Szigeti, T. J. (2019): Funkcionális élelmiszerek. *Élelmiszervizsgáló Közlemények*. URL: https://eviko.hu/index_hu.html
6. Castagna, A., Benelli G., Conte G. (2020): Molecules Drying Techniques and Storage: Do They Affect the Nutritional Value of Bee-Collected Pollen? 2020. URI: <https://www.mdpi.com/1420-3049/25/21/4925>.
7. Cserey A. (1907): A növényteni kifejezések betűrendes ismertetése, kiegészítésül a növényhatározóhoz. (No 199). Stampfel Károly.
8. El Ghouizi, A., Bakour M., Laaroussi, H., Ousaaid, D., El Menyiy, N., Hano, C., Lyoussi B. (2023): Bee Pollen as Functional Food: Insights into Its Composition and Therapeutic Properties. *Antioxidants* 12 (3): 557. DOI: <https://doi.org/10.3390/antiox12030557>.
9. Erős-Honti Zs., Höhn M. (2013): Növénytan. Budapesti Corvinus Egyetem, Budapest. URI: <https://dk.tankonyvtar.hu/xmlui/handle/123456789/3438?show=full>.
10. Faluba Z. (1983): Méhek, méhészkedés. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest. ISBN: 96323641.
11. Fási K. (2012): Gyógyító zöldségek. Kossuth Kiadó, Budapest. ISBN: 9789630965590.
12. Figler M. (szerk.) (2015): Élelmiszertudományi Ismeretek. Medicina Könyvkiadó Zrt. Budapest. pp. 17 - 25.
13. Forodpataki L., Szigyártó L., Bartha Cs. (2022): Növényteni ismeretek. Scientia Kiadó, Kolozsvár. ISBN: 987-606-975-061-2.
14. Friedrich P. (2005): Méhészet. Holló és Társa Könyvkiadó, Kaposvár. ISBN: 9636842132

15. Fritz P., Ignits D., Katona S. (2018): Főbb aminosavak szerepe a sporttáplálkozásban. *Recreation*. 8(1): 10–12. DOI: <https://doi.org/10.21486/recreation.2018.8.1.1>.
16. Gardana, C., Del Bo' C., Quicazán, M., Correa, A. R., Simonetti, P. (2018): Nutrients, Phytochemicals and Botanical Origin of Commercial Bee Pollen from Different Geographical Areas. *Journal of Food Composition and Analysis* 73: 29–38. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2018.07.009>.
17. Gál B. (2022): Gimnáziumi biológia tankönyv 10. osztály - Az élőlények változatossága. Mozaik Kiadó, Szeged. ISBN: 978 963 697 425 1.
18. Ghosh, S., Jeon, H., Jung, C. (2020): Foraging Behaviour and Preference of Pollen Sources by Honey Bee (*Apis Mellifera*) Relative to Protein Contents. *Journal of Ecology and Environment* 44 (1): 4. DOI: <https://doi.org/10.1186/s41610-020-0149-9>.
19. Hassan, H. (2011): Chemical composition and nutritional value of palm pollen grains. *Global J Biotechnol Biochem* 6 (január): 1–7.
20. Hevesi, M. (2021): Méhek ajándéka. Szépnap Könyvek Kiadó, Budapest. ISBN: 9786150131344.
21. Juhász M. (2004): Allergiát okozó virágporaszemek és spórák. SZTE TTK Növénybiológia Tanszék.
22. Károssy, Á. (2008): Növények életfolyamatai, környezettan. Nemzeti Szakképzési és Felnőttképzési Intézet, Budapest. pp. 11.
23. Khalifa, S. A. M., Elashal, M. H., Yosri, N., Du, M., Musharraf, S. G., Nahar, L., Sarker, S. D., Guo, Z., Cao, W., Zou, X., Adb El- Wahed, A. A., Xiao, J., Omar, H. A., Hegazy, M. E. F., El-Seedi, H. R. (2021): Bee Pollen: Current Status and Therapeutic Potential. *Nutrients* 13 (6): 1876. DOI: <https://doi.org/10.3390/nu13061876>.
24. Khalil, A., Elesawy, B. H., Ali, T. M., Ahmed, O. M. (2021): Bee Venom: From Venom to Drug. *Molecules*. 26(16): 4941. DOI: <https://doi.org/10.3390/molecules26164941>.
25. Komosinska-Vassev, K., Olczyk P., Kazmierczak J., Mencner L., Olczyk K. (2015) Bee Pollen: Chemical Composition and Therapeutic Application. Evidence-based Complementary and Alternative Medicine: eCAM 2015: 297425. DOI: <https://doi.org/10.1155/2015/297425>.
26. Kovács-Hostyánszki, A. (2022): Beporzók mint fontos ökológiai és gazdasági biztonsági tényezők. *Scientia et Securitas* 1 (aop): 1–6. DOI: <https://doi.org/10.1556/112.2022.00125>.

27. KSH (2012): A méhészet, méztermelés helyzete és lehetőségei, különös tekintettel Észak-Magyarország megyéire.
<https://www.ksh.hu/docs/hun/xftp/idoszaki/regiok/meheszeti.pdf>
28. Levey, D.J., Bissell, H.A., O’Keefe, S. F. (2000): Conversion of Nitrogen to Protein and Amino Acids in Wild Fruits. *Journal of Chemical Ecology* 26 (7): 1749–63. DOI: <https://doi.org/10.1023/A:1005503316406>.
29. Li, Q., Wang, K., Marcucci, M. C., Sawaya, A. C. H., Hu, L., Xue, X. F., Li-Ming Wu, L. M., Hu, F. L. (2018): Nutrient-Rich Bee Pollen: A Treasure Trove of Active Natural Metabolites. *Journal of Functional Foods* 49 (október): 472–84. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jff.2018.09.008>.
30. Liolios, V., Tananaki, C., Dimou, M., Kanelis, D., Goras, G., Karazafiris, E., Thrasyvoulou, A. (2015): Ranking pollen from bee plants according to their protein contribution to honey bees. *Journal of Apicultural Research* 54 (5): 582–92. DOI: <https://doi.org/10.1080/00218839.2016.1173353>.
31. Llnskens, H. F., Jorde. W. (1997): Pollen as Food and Medicine—A Review. *Economic Botany* 51 (1): 78–86. DOI: <https://doi.org/10.1007/BF02910407>.
32. Magyar Élelmiszerkönyv 1-3-2001-110 II. melléklet. A méz összetételi követelményei.
https://elelmiszerlanc.kormany.hu/akadalymentes/download/b/15/b1000/132001110_2009.pdf.
33. Maurya, N. K. & Kushwaha, R. (2019): Novel Protein Foods: Alternative Sources of Protein for Human Consumption. book: *Research Trends in Food Technology and Nutrition*, 4, 129–42. DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.3249792>.
34. Marotti, F., Tomé, D., Mirand, PP. (2008): Converting Nitrogen into Protein—Beyond 6.25 and Jones’ Factors: Critical Reviews in Food Science and Nutrition: Vol 48, No 2. DOI: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/10408390701279749>.
35. Mincsics A. (2021): A méhészeti termékek minőségét befolyásoló káros anyagok vizsgálata. *Biológia és Kémia Tanszék, Beregszász*. URI: <http://dspace.kmf.uz.ua:8080/jspui/handle/123456789/1172>.
36. Nagy S. (2020): Méhlegelők fejlesztésének lehetőségei az erőgazdálkodás során. (Doctoral dissertation, soe).
37. Negraão, A. F., Orsi, R. O. (2018): Harvesting Season and Botanical Origin Interferes in Production and Nutritional Composition of Bee Pollen. *Anais Da Academia Brasileira de Ciências*. 90(2): 325–32. DOI: <https://doi.org/10.1590/0001-3765201720150192>.

38. Ourani-Pourdashti, S., Azadi, A. (2021): Pollens in Therapeutic/Diagnostic Systems and Immune System Targeting. *Journal of Controlled Release* 340 (december): 308–17. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jconrel.2021.11.008>.
39. Örósi P. (1957): Méhek között. Mezőgazdasági Kiadó, Budapest.
40. Paramás, A. M. G., Bárez, J. A. G., Marcos, C. C., García-Villanova, R. J., Sánchez, J. S. (2006): HPLC-Fluorimetric Method for Analysis of Amino Acids in Products of the Hive (Honey and Bee-Pollen). *Food Chemistry* 95 (1): 148–56. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2005.02.008>.
41. Pfiffner, L., Müller, A. (2018): A vadon élő méhek és a megporzás.
42. Rabie A. L., Wells, J. D., Dent, L. K. (1983): The Nitrogen Content of Pollen Protein. *Journal of Apicultural Research* 22 (2): 119–23. DOI: <https://doi.org/10.1080/00218839.1983.11100572>.
43. Rhodes, C. J. (2018): Pollinator Decline - An Ecological Calamity in the Making? *Science Progress*. 101(2): 121–160. <https://doi.org/10.3184/003685018X15202512854527>
44. Ruff J. (2007): A méhészmester könyve. Szaktudás Kiadó Ház, Budapest. ISBN: 9789639736405.
45. Rzepecka-Stojko, A., Stojko, J., Kurek-Górecka, A., Górecki, M., Kabała-Dzik, A., Kubina, R., Moździerz, A., Buszman, E. (2015): Polyphenols from Bee Pollen: Structure, Absorption, Metabolism and Biological Activity. *Molecules* 20 (12): 21732–49. DOI: <https://doi.org/10.3390/molecules201219800>.
46. Scott, R. J., Spielman, M., Dickinson, H. G. (2004): Stamen Structure and Function. *The Plant Cell*. 16(1): 46–60. DOI: <https://doi.org/10.1105/tpc.017012>.
47. Sebestyén J. (2014): Virágporos méhlegelő. OMME Magyarország Kft, Budapest. ISBN: 978-936-08-8616-1.
48. Serra Bonvehí, J., Escolà Jordà, R. (1997): Nutrient Composition and Microbiological Quality of Honeybee-Collected Pollen in Spain. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 45 (3): 725–32. DOI: <https://doi.org/10.1021/jf960265q>.
49. Somerville, D. C., Nicol, H. I. (2006): Crude Protein and Amino Acid Composition of Honey Bee-Collected Pollen Pellets from South-East Australia and a Note on Laboratory Disparity. *Australian Journal of Experimental Agriculture* 46 (1): 141–49. DOI: <https://doi.org/10.1071/EA03188>.

50. Thakur, M., Nanda V. (2018): Assessment of physico-chemical properties, fatty acid, amino acid and mineral profile of bee pollen from India with a multivariate perspective. *Journal of Food and Nutrition Research*. 57(4): 328-340.
51. Thakur, M., Nanda V. (2020): Composition and Functionality of Bee Pollen: A Review. *Trends in Food Science & Technology* 98 (április): 82–106. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2020.02.001>.
52. Tölgyesi Á. (2022): Egy LC-MS/MS alapú élelmiszervizsgálati módszer nemzetközi szabványosítása: egységesen elfogadott vizsgálati eljárás kidolgozása *Alternaria* toxinokra. *Élelmiszervizsgálati Közlemények*. 68(1): 3716–24. DOI: <https://doi.org/10.52091/EVIK-2022/1-1-HUN>.
53. Vicze E. (1997): Tanuljunk méhészkedni! Magyar Méhészek Egyesülete Kiadó, Budapest. ISBN: 9630478749.
54. Vincze, Cs. (2021): Az időjárás hatása a méhek méztermelésére.
55. WHO/FAO/UNU (2007): Protein and Amino Acid Requirements in Human Nutrition. World Health Organization Technical Report Series, (935), pp. 150.
56. Zhang, J. Z., Xue, X. F., Zhou, J. H., Chen, F., Wu, L. M., Li, Y., & Zhao, J. (2009): Determination of tryptophan in bee pollen and royal jelly by high-performance liquid chromatography with fluorescence detection. *Biomedical chromatography*, 23(9), 994-998. DOI: 10.1002/bmc.1213
57. Zuluaga-Domínguez, C., Serrato-Bermudez, J., Quicazán M. (2018): Influence of Drying-Related Operations on Microbiological, Structural and Physicochemical Aspects for Processing of Bee-Pollen. *Engineering in Agriculture, Environment and Food* 11 (2): 57–64. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.eaef.2018.01.003>.

Elektronikus források

1. Internet 1. Virág felépítése: <https://slideplayer.hu/slide/5783993/>
2. Internet 2. A porzók: <https://tudasbazis.sulinet.hu/hu/termesztudomanyok/termesztismeret/ember-a-termeszetben-3-osztaly/a-virag-reszei/a-virag-felepitesi>
3. Internet 3. Vizsgált minták: <https://pixabay.com/hu/images/search/>.
4. Internet 4. Vizsgált minták: https://hu.wikipedia.org/wiki/Szuhar_%28n%C3%B6v%C3%A9nytudom%C3%A9ny%29

Ábrajegyzék:

1. ábra: Virág felépítése (Internet 1.).....	5
2. ábra: Porzók (Internet 2.).....	6
3. ábra: Munkásméh kefés és kosaras hátsó lába. (Örösi, 1957)	8
4. ábra: A mézelő méh testfelépítése (Friedrich, 2005).....	8
5. ábra: Virágporcsomók mint étrend-kiegészítők (Khalifa és mtsai., 2021).....	10
6. ábra: Vizsgált minták: 1 – Repce; 2 – Napraforgó; 3 – Mézontófű; 4 – Cseresznye; 5 – Vadszeder; 6 – Koloncos legyezőfű; 7 – Tövises lepényfa; 8 – Bókoló bogáncs; 9 – Pitypang; 10 – Pipacs; 11 – Borzas szuhar; 12 – Erdei iszalag. (Internet 3; Sebestyén, 2014).....	22
7. ábra: A nyersfehérje meghatározás során végzett desztilláció folyamata	24
8. ábra: Virágporcsomó minták átlagos aminosav tartalma %-ban	28
9. ábra: Repce minták aminosav-összetételének összehasonlítása	29
10. ábra: Az Asteraceae családba tartozó pollenek aminosav-összetételének összehasonlítása	30
11. ábra: Gyümölcsöt adó növények pollenjeinek összehasonlítása aminosav-összetétel szempontjából.....	31
12. ábra: Esszenciális és nem esszenciális aminosavak megoszlása a mintákban	32
13. ábra: Esszenciális aminosavak megoszlása	34
14. ábra: Virágporcsomó minták összehasonlítása néhány élelmiszer esszenciális aminosav-összetételével (Maurya és Kushwaha, 2019).....	36
15. ábra: Nyersfehérje tartalom	37

Rövidítésjegyzék

EAA = esszenciális aminosav

Asp = aszparaginsav

Thr = treonin

Ser = szerin

Glu = glutaminsav

Pro = prolin

Gly = glicin

Ala = alanin

Val = valin

Cys = cysztein

Met = metionin

Ile = izoleucin

Leu = leucin

Tyr = tirozin

Phe = fenilalanin

Lys = lizin

His = hisztidin

Arg = arginin

1mhis = 1-metil-hisztidin

NYILATKOZAT

a szakdolgozat nyilvános hozzáféréséről és eredetiségéről

A hallgató neve: Éles Viktória
A Hallgató Neptun kódja: QSVXYY
A dolgozat címe: Monoflorális virágporcsomók nyersfehérje-tartalmának és aminosav-összetételének vizsgálata
A megjelenés éve: 2023
A konzulens intézetének neve: Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem - 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 tulajdonkezelési szabályzatában megfogalmazottak érvényesek.

Tudomásul veszem, hogy dolgozatom elektronikus változata feltöltésre kerül a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem könyvtári repozitori rendszerébe. Tudomásul veszem, hogy a megvédett és nem titkosított dolgozat a védést követően nyilvánosan elérhető és kereshető lesz az Egyetem könyvtári repozitori rendszerében.

Kelt: 2023. november 2.


Hallgató aláírása

NYILATKOZAT

Éles Viktória (Neptun azonosítója: QSVXY) konzulenseként nyilatkozom arról, hogy a szakdolgozatot áttekintettem, a hallgatót az irodalmi források korrekt kezelésének követelményeiről, jogi és etikai szabályairól tájékoztattam.

A szakdolgozatot a záróvizsgán történő védeésre javaslom / nem javaslom.

A dolgozat állam- vagy szolgálati titkot tartalmaz: igen nem

Kelt: 2023. november 2.


belső konzulens