

Debreceni Egyetem
Mezőgazdaság-, Élelmiszertudományi- és Környezetgazdálkodási
Kar
Növényvédelmi intézet
Intézetvezető: Dr. habil. Nagy Antal
egyetemi docens

**NAPRAFORGÓ (*HELIANTHUS ANNUUS*) KULTÚRA
NÖVÉNYVÉDELMI HATÁSAI EURÓPAI HÁZI MÉHEKRE (*APIS
MELLIFERA*), MONITORING VIZSGÁLAT**

TUDOMÁNYOS DIÁKKÖRI KONFERENCIA

Készítette:
Hegedűs Szabolcs
Osztatlan agrármérnök hallgató

Konzulensek:
Dr. Tarcali Gábor
Tudományos főmunkatárs

Tóth Péter
OMME szaktanácsadó

Debrecen
2022

Tartalomjegyzék

Bevezetés	3
1. Témafelvetés	5
2. Irodalmi áttekintés	5
2.1. Napraforgó (<i>Helianthus Annuus</i>) jelentősége a világon, és hazánkban	5
2.2. Beporzók szerepe, különös tekintettel napraforgó kultúrában	7
2.3. A méhészeti ágazat jelentősége	9
2.4. Növényvédő szerek a mezőgazdaságban	11
2.5. A méhelhullások lehetséges okai	12
2.5.1. Kolónia összeomlás (CCD - Colony Collapse Disorder) jelensége	12
2.5.2. Növényvédőszerek hatásai beporzókra	14
2.5.3. Házi méh predátorok, kártevők, kórokozók	15
2.5.4. Időjárás szerepe	17
3. Anyag és módszertan	18
3.1. A vizsgált területek leírása	18
3.2. A vizsgált méhészet, méhcsaládok	19
3.3. A vizsgált növénykultúra	19
3.4. Elvégzett vizsgálatok, adatgyűjtések	20
4. Eredmények, és értékelésük	23
4.1. Családok állapota, és a fiasítás mennyiségének alakulása	23
4.2. Az egészségügyi vizsgálat eredményei	24
4.3. Kémiai labor vizsgálatot eredményei virágporon több hatóanyagra	25
4.4. Pollen analitikai (botanikai) vizsgálat eredményei	27
4.5. Környező területek vizsgálati eredményei	33
4.6. Az időjárás hatásai	37
5. Következtetések és javaslatok	39
5.1. Következtetések	39
5.2. Javaslatok	42
Összefoglalás	44
Irodalomjegyzék	45
Internetes források	49
Ábrák, táblázatok jegyzéke	49
Köszönetnyilvánítás	50

BEVEZETÉS

A napraforgó (*Helianthus annuus*) hazánkban az egyik legnagyobb területen termesztett olajos szántóföldi növény. 2021-ben 654 ezer hektáron történt termesztése, és 1,8 millió tonna lett a betakarított mennyiség melynek így hozama 2,7 tonna/ha lett. Minden jelentősebb kultúrával szemben 2010-óta termesztett területe nem csökkent. Világviszonylatban is az élvonalba tartozunk termesztését tekintve (TAKÁCS et al., 1999; KSH, 2021a; KSH, 2022a).

Ez a növény vált hazánkban a második, de sok helyen az első számú méhlegelővé a fehér akác (*Robinia pseudoacacia*) után tekintve arra, hogy az ország egész területén termesztik. Tehát a magyar méztermelés jórészt (2017-ben 26%) a napraforgó biztosítja (ORAVECZ ET AL., 2020b). Az is napjainkra bizonyított, hogy a faj terméseredményeiben nagyon fontos szerepet játszanak a különböző beporzó fajok (ZAJÁ CZ, 2011; HEVIA et al., 2016). Azokon a területeken, ahol alacsony a növényzet biodiverzitása (ez pedig az intenzív szántóföldi növényeknél gyakori) főként csak a házi méhek (*Apis mellifera*) beporzására lehet számítani (BENNETT – ISAACS, 2014).

A méhészeti ágazat Magyarországon és világviszonylatban is jelentős, hiszen 2021-ben az EU méhcsaládszámának 6%-a hazánkban volt található (ez mintegy 1,2 millió családot jelent), és a méhsűrűséget tekintve 12,9 méhcsalád jutott 1 km²-re (2019-es évben). Napjainkban a világ méztermelésének 12%-át az Európai Unió állítja elő (250 ezer tonna), melyből Magyarország mintegy 10%-ot jelent (FEKETÉNÉ et al., 2021b).

Ehhez képest a hazai bruttó hozzáadott értékeket nézve a méhészeti ágazat szerepe szerénynek mondható hiszen, a mezőgazdaság erdőgazdálkodás, halászat szerepe 2017-ben és 2021-ben is 3,9% volt, ezen belül a méhészeti ágazat része 2017-ben 1,3% (KSH, 2022b; FEKETÉNÉ et al., 2021b). Azonban nem szabad elfelejtenünk, hogy több mint 20 ezer méhésznek, és családjának nyújt megélhetést az ágazat, ezenkívül még további piaci szereplők boldogulásához járul hozzá (pl.: mézfelvásárló, mézlabor, exportőr). Az ágazat árbevétele nagyjából évente 35 milliárd forintot tesz ki (AGROKÉP, 2022). Sajnos az utóbbi évek főként a nehézségekben bővelkedtek, ilyenek voltak a méhmérgezések, kaptárelhagyások jelensége, tömeges méhcsalád pusztulások, globális klíma változás, kóros betegségek, és paraziták melyek próbára tették a szakmabeliek rátermettségét és türelmét. Ennek hatásaként az tapasztalható, hogy 2017 óta az addig növekvő méhészt és méhcsaládszám tendencia fordulni látszik, azonban a negatív irányba (ORAVECZ et al., 2020a). Ezenkívül a mézárak alakulása is aggasztó, mivel sajnos egyre nő a

silány, olcsó, importált mézek aránya a hazai polcokon is. Az ismétlődő mézhamisítások sorozata tovább rontják a vásárlók bizalmát és a termelők helyzetét, hiszen a méz a világon a 3. leghamisítottabb termék (FEKETÉNÉ ET AL., 2021b).

Összesen a növényeink háromnegyedének, ezen túlmenően a globális növénytermesztés egyharmadának a hozama valamilyen mértékben függ a beporzóktól. Ezen rovarok (pl.: méhek, darazsak és pillangók) populációja csökkenően van, és mindez aggodalomra ad okot élelmiszereink jövőjét illetően. Nem lehet eléggé kihangsúlyozni, hogy minden egyes beporzó egyed pótolhatatlan, azonban ezen belül is kiemelendő a házi méhek szerepe, hiszen a jelenlegi rovarbeporzást igénylő mezőgazdasági kultúrák akár 83%-át a mézelő méh porozza be (BIHALY et al., 2018; BENNETT – ISAACS, 2014; SZÉKÁCS – TAKÁCS, 2014). Jó példa a délnyugat-kínai Maoxian, ahol a gazdák kézzel porozzák be a növényeket, mivel a beporzók eltűntek több külső hatás nyomására. Észak-Amerika és Kanada is, ahol a méhek száma annyira lecsökkent, hogy nem tudták kiszolgálni a gazdákat, ami miatt ezeken a területeken nem a méztermelés a fő szempont, hanem a méh szaporítás. Például egyetlen méhcsalád bérleti díja a mandula beporzására az 1990-es évek eleji 35 dollárról 150 dollárra emelkedett 2011-re, de ez napjainkra még magasabb lehet (PARTAP – YA, 2012; WINFREE et.al., 2011).

A házi méhek, mint egyfajta bioindikátorok a többi beporzóval egyetemben nagyon precízen jelzik az ökoszisztéma változásait (SZÉKÁCS – TAKÁCS-SÁNTA, 2014). A méhek egészségét több stressz faktor fenyegeti, amelyek közül az egyik legfontosabb a növényvédő szerek használata. A méhek egyidejűleg többféle peszticidnek vannak kitéve, amelyek halálos és szubletális (hatás, amely közvetve járul hozzá az elhulláshoz) hatásokat egyaránt okozhatnak. Szerencsére Magyarország az uniós átlag szint alatti mennyiségben használ növényvédőszereket, de ez nem adhat okot megnyugvásra, hiszen ennek ellenére is jelentős mértékű méhpusztulásról beszélhetünk, és 5-10%-ban bizonyított, hogy ezek növényvédőszer felhasználása miatt történhettek (TOSI et.al., 2022; AGROKÉP, 2022).

Persze növényvédőszerek nélkül nem lehet elképzelni a mezőgazdaságot, és azt is láthatjuk, hogy a világon a legszigorúbb jogszabályokat Európában találhatjuk e tekintetben. Természetesen ezért is alakulhatott ki az integrált növénytermesztés is, ahol akár 10-35%-os környezetterhelés csökkentés érhető el (TAKÁCS – GYORGY, 2010). Megoldást kell találni hiszen a föld globális élelmiszerigénye növekszik, 2050-re akár 60%-al is (POPP et al., 2018).

1. TÉMAFELVETÉS

„Ha a méhek eltűnnének a föld színéről, az embernek legfeljebb négy éve lenne hátra. Nincs több méh, nincs több beporzás; nincs többé én" (Albert Einstein). Érdekes módon a híres fizikus halála után 30 évvel, 1984-ben vált híressé ez a mondat értelemszerűen amiatt, mert egyre nagyobb aktualitást fogalmazott meg, és a briliáns elme által előrejelített jövőkép már jelenné kezdett kiformálni, napjainkra is intő példát mutatva (LEADER, 2012).

Kutatásom célja az volt, hogy ennek az összetett problémának a megoldásához hozzájáruljak. Sajnos elmondhatjuk, hogy a méhészek, gazdák és a növényvédőszer forgalmazók közötti nézeteltéréseknek komoly köze van a méhpusztulásokhoz, és a növényvédelemhez. Azonban a jövőre tekintve elengedhetetlen együttműködésük, megértésük egymás felé, mivel az ökoszisztémánk csak akkor tud jól működni, ha a biodiverzitás sértetlenül fennmarad. Erre pedig a széleskörű kutatások tudnak megoldást találni, vagyis megtalálni kolónia pusztulás okát, okait. Szerettem volna utánajárni, hogy a megfelelő technológiával elvégzett növényvédelem a napraforgó kultúrában valóban méhmérgezést, vagy rosszabb esetben méhpusztulást okozhat-e. Ezért választottam dolgozatomban kutatási módszerül egy monitoring vizsgálatot, melynek segítségével több tényező számításba vételével hosszú távon tudtam megfigyelni a családokat. A vizsgálatban a családi méhészetünkből származó családok vettek részt, így pontosan tisztázott volt és követhető állapotuk, emellett személyes célkitűzés volt, hogy az esetleges mérgezés, pusztulás okai napvilágot láthassanak. A pontos eredmények érdekében több laboratóriumi vizsgálatot is elvégeztünk, ezenkívül igyekeztünk a legtöbb külső tényezőt is adatok útján számításba venni.

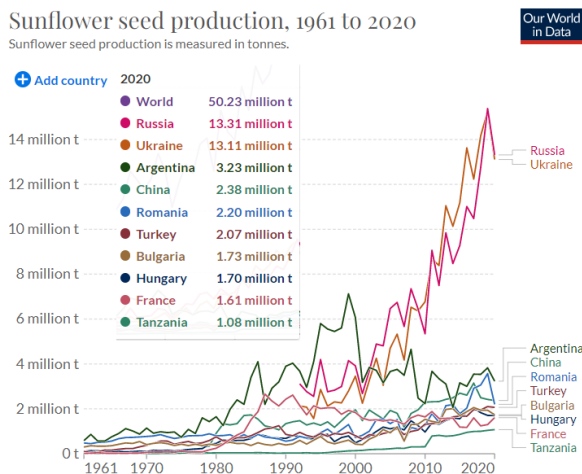
2. IRODALMI ÁTTEKINTÉS

2.1. Napraforgó (*Helianthus Annuus*) jelentősége a világon, és hazánkban

A világon 10 ország szolgáltatja a napraforgó össztermés nagyjából 84%-át, ami 50,23 millió tonnát jelent, melyből a Magyarország által előállított mennyiség is jelentős (1. ábra).

A napraforgó iránti érdeklődésnek több oka van ezek közül az egyik; az egészségesebb táplálkozás iránti igény növekedése a fejlett országokban, egy másik pedig a biodízel gyártás, mint fenttarthatóbb üzemanyag forrás. Ezekből következik, hogy egyre nagyobb területen termesztik a világon is (2021-ben több mint 28 millió hektáron) (MIKLIČ, 2022). A jövőben is növekedés várható az általunk vizsgált növény esetén, hiszen a pálmaolaj termelésében csökkenés várható annak kézimunka igényessége miatt, továbbá a napjainkra jellemző

fenntartható gazdasági szemlélet miatt is (SZABÓ – TAKÁCSNÉ, 2012; KSH, 2022a). Hazánkban a napraforgó termesztési területének nagysága növekvő tendenciát mutat, így a 3. legnagyobb területen termesztett szántóföldi növény. 10 év alatt 30%-kal emelkedett a vetett terület nagysága, így 2021-re 653 ezer hektárról takarítottak be 1,8 millió tonna termésmennyiséget 2,7 tonna/hektáros eredménnyel (KSH, 2022a).



1. ábra: 2020. A világ 10 legjelentősebb napraforgó termelő országa.

Forrás: Ourworldindata, 2020. Saját szerkesztés

Ezt a növényt főként élelmiszerként hasznosítjuk, azonban ipari célú alkalmazása is egyre kiterjedtebb, ezenkívül a biodízel gyártás során keletkező melléktermékek (pl.: napraforgó pogácsa, magdara) kiváló fehérjetartalmú takarmány. Borsóval társítva akár zöld, silótakarmánnyként is funkcionálhat, ezenkívül zöldtrágyaként is fellehet használni, nem utolsósorban pedig fontos mézelő növénynek számít (PEPÓ et al., 2019). Továbbá mind a napraforgódara termelés, mind a fogyasztás állandó növekedést mutat hazánkban. A jövőt tekintve az állattenyésztés kibocsátását is figyelemmel kell kísérni, hiszen számolni kell annak magas olajmagliszt igényeivel. (Popp et al., 2018). A biodízel gyártás üteme szintén növekedett annak karbonsemlegessége, továbbá a jelenlegi magas kőolaj árak okán. A jövőre tekintve azonban stagnálás, esetleges minimális csökkenés várható (GYARMATI – MIZIK, 2022). A napraforgó az energiaellátásra is megoldást jelenthet a vadnapraforgó egyedek alkalmazásával, mint megújuló energiaforrás. Persze ez nagyban függ a támogatásoktól, továbbá az energiahordozók világpiaci helyzetétől (SZABÓ – TAKÁCSNÉ, 2012).

Ezen növény méhészeti ágazatban elfoglalt szerepe is kiemelkedő, hiszen 2017-ben a hazai mézforgalom 35%-át tette ki a napraforgóméz (ORAVECZ et al., 2020a). A napraforgó hibridek mézélése azonban nagyon hektikusnak nevezhető, mivel míg bizonyos méhészetek

kiváló mézhozamról, addig mások a nektártermelés és a mézelés elmaradásáról számolnak be (ZAJÁ CZ, 2011.).

20 év átlaga alapján körülbelül 20 ezer tonna/év a magyar méztermelés mennyisége, melyből nagyjából 26% a napraforgóméz részaránya (ORAVE CZ et al., 2020b), azonban a hazai mézforgalmat tekintve 35% a napraforgóméz aránya (ORAVE CZ et al., 2020a). A növény nektártermelése eltérő és ingadozó, függ a különböző talajtól és a felszíntől, az éghajlati viszonyoktól így még ugyanazon a fajtán belül is változhat (FARKAS – ZAJÁ CZ, 2007).

2.2. Beporzók szerepe, különös tekintettel napraforgó kultúrában

A mézelő méh a kereskedelem globálizációja által vált a jelenlegi kozmopolita elterjedéséhez, amely néhány óceáni sziget és az Antarktisz kivételével valamennyi kontinenst magába foglal (LESKA et al., 2021). „A beporzás a virágpor porzókról termőre juttatása, amely lehetővé teszi a virágokban a megtermékenyülést és a növények ivaros szaporodását” (KOVÁ CS – HOSTYÁ NSZKI, 2019,1p). A beporzók táplálék szerzés miatt látogatják meg a virágokat, melyek virágport és nektárt nyújtanak cserébe. A növényeink egy része ugyan szél vagy önbeporzású, de jelentős részük igényli a beporzók munkáját (KOVÁ CS – HOSTYÁ NSZKI, 2019).

Bár a kutatások kimutatták, hogy a biológiai sokféleség változását elsősorban a földhasználat változása és napjainkban egyre inkább az éghajlatváltozás okozza, de ezen tényezők és a rovarok biológiai sokfélesége közötti kölcsönhatás lehetősége továbbra sem világos. Erre jó példa, hogy világszerte legalább 17 ezer őshonos, vadon élő méhfaj létezik melyeknek száma is ingadozó (WINFREE et al., 2011). Globális éghajlatváltozás mutatói, és az intenzív mezőgazdasági földhasználat közötti kölcsönhatás a rovaregyüttesek fajszerkezetének közel 27-50%-os csökkenésével jár (OUTHWAITE et al., 2022). Azonban a kevésbé zavart élőhelyeken élő rovaroknál ez kevésbé észlelhető. Egy hollandiai tanulmány például arról számolt be, hogy a lepkepopulációk átlaga 1991 óta csaknem a felére csökkent (VAN STRIEN et al., 2019). Az Európai Környezetvédelmi Ügynökség 17 faj és 17 ország gyepi lepkepopulációinak változását mérte 1991 óta, mely adatok lapján kiderült, hogy az átlagos populációk mintegy 25%-kal csökkentek, ami sajnos igaz a poszméhekre is (OUTHWAITE et al., 2022; OURWORLDINDATA, 2021; SZÉKÁ CS – TAKÁ CS, 2014). Számos korábbi tanulmány vizsgálta a rovarok biológiai sokféleségében bekövetkezett változásokat, amelyek közül egyesek a csökkenést, mások a fajösszetétel változását mutatták ki nettó csökkenés

nélkül, ám a tényezők és a rovarok biológiai sokfélesége közötti kölcsönhatás lehetősége globális szinten továbbra sem világos (OUTHWAITE et al., 2022).

Egyes kutatások szerint azonban a beporzók eltűnése nem lenne olyan tragikus, mivel ugyan növényeink háromnegyede valamilyen mértékben függ a beporzóktól, de a globális növénytermesztésnek csak az egyharmada. Ennek oka, hogy a legnagyobb termesztésű növényeink közül sok alapvető élelmiszert szolgáltató faj (pl.: gabonafélék) egyáltalán nem függ a beporzástól. A legtöbbjükénél csökkenne a termés hozam, ha a beporzó rovarok eltűnnének, de piacuk nem omlana össze teljesen. Mindezt figyelembe véve a tanulmányok szerint a magasabb jövedelmű országokban a növénytermesztés körülbelül 5%-kal, az alacsony és közepes jövedelmű országokban pedig 8%-kal csökkenne, ha ezen rovarok eltűnnének (mai adatok szerint ez a szám 10% körül lehet). Csak néhány olyan növény van, amely teljesen függ a méhektől: a brazil dió (*Bertholletia excelsa*), a gyümölcsök beleértve a kivit (*Actinidia deliciosa*), valamint a kakaóbab (*Theobroma cacao*), tehát egy beporzók nélküli világ csokoládé nélküli világot jelentene. A beporzóktól való függőségünk idővel valószínűleg növekedni fog, ahogy a globális étrend diverzifikálódik. Ahogy az országok gazdagodnak, az alapnövények helyett egyre inkább a gyümölcsök, zöldségek, diófélék és egyéb tápanyagokban gazdag élelmiszerek felé mozdulnak el (OURWORLDINDATA, 2021). A globális éves termelés beporzókhoz közvetlenül köthető 5–8 %-ának piaci értékét 235-577 milliárd amerikai dollárra becsülik (2012). Tehát hiányuk a globális élelmiszerellátásban is minden esetben teherrel sújtaná például mind a termelőket (nagyjából évi 160-191 milliárd dollár), mind a fogyasztókat, továbbá egyéb szektorokban is bevétel kiesést okozna (akár 207-497 milliárd dollár) (KOVÁCS-HOSTYÁNSZKI, 2019).

A napraforgó ugyan öntermékenyülő növény, azonban kutatások bizonyítják, hogy a beporzók nélkülözhetetlenek a citoplazmatikus hímsteril vonalakat érintő keresztezésekben, de ezenkívül a hibrid napraforgómagtermelésben is hasznosak. A beporzók vonzása tehát fontos tulajdonság mind a nemesítők, mind a termelők számára, és érdemes minőségi tulajdonságként figyelembe venni a napraforgó nemesítési programokban. Ezenkívül a termés hozamokon is kimutatták a beporzók jelentőségét (TERZIC et al., 2017; HEVIA et al., 2016). Fontos tény azonban, hogy nem csak házi méhek látogatják, rengeteg más beporzó faj is megteszi ezt nagy szorgalommal. A kutatások azonban azt igazolták, hogy a házi méhek száma a legjelentősebb a látogatók között, akár 80% körüli gyakorisággal. Más kutatások szerint ez a szám csupán 25-50% körüli. Érdekes megfigyelés, hogy a méhek a táblák szélein aktívabbak, mely ténynek

növényvédelmi szempontból is szerepe lehet (BIHALY et al., 2018; FÖLDESI et al., 2016; RADER et al., 2016).

1962 óta a mézelőméheket egyre gyakrabban alkalmazzák a területi és városi felmérések során a nehézfémek által okozott környezetszennyezés, a vidéki területeken a peszticidek, valamint a radionuklidok jelenlétének ellenőrzésére. Hasonlóan egy biológiai indikátorhoz számos fontos morfológiai, ökológiai és viselkedési követelménnyel rendelkezik, és az ember méhészkedése korlátlan utánpótlást biztosít belőlük (CELLI – MACCAGNANI, 2003). Sajnálatos azonban, hogy a kombinált hatásokról szóló publikációk többsége az elmúlt évtizedben jelent meg, és a legtöbb tanulmányban csak mézelő méheket vizsgáltak (94%-ban) az ismert méhfajokkal végzett 255 tanulmányból. Azonban nem csak ez a faj az egyetlen beporzó, amely lényeges szolgáltatások nyújtásával hozzájárul a biológiai sokféleséghez (TOSI et al., 2022). Európát tekintve egy vizsgálatba bevont taxonok közül az európai szárazföldi rovarok abundanciája mutatta a legerősebb csökkenés jelét. Az Európai Unió 2018 júniusában jóváhagyta a beporzók tagállami szintű védelmére irányuló kezdeményezést. Az utóbbi években az Unió és több más ország is hozott olyan jogszabályokat, amelyek korlátozzák egyes növényvédő szerek használatát (WAGNER et al., 2021).

2.3. A méhészeti ágazat jelentősége

A méhészeti ágazat a teljes mezőgazdaságot tekintve kisebb arányt képvisel, azonban annak alkotó, pótolhatatlan és szerves része. A méhészeti ágazatnak talán a legfontosabb szerepe egy ökoszisztéma szolgáltatás, ez pedig a beporzás, nélkülük bolygónk biodiverzitása romlik. Ezenkívül fontos megemlítenünk a mezőgazdaság bruttó termelési értékéhez hozzájárulásának mértékét is, amely megközelítőleg 1%, az állattenyésztéshez mintegy 5%. Elmondhatjuk, hogy az ágazat fontos támasza a nemzeti előrehaladásnak, az ökológiai egyensúly fenntartásának (ORAVECZ et al., 2020a; ORAVECZ et al., 2020b).

A méhészeti ágazat fő terméke a méz, mely a mézelő méhek által a növények virágnektárjának, valamint a fák levelein található egyes váladékok feldolgozásával előállított édes élelmiszer. Megannyi kedvező egészségügyi hatása van, mint például antibakteriális, gyulladáscsökkentő tulajdonsága, továbbá vitaminforrásként, és élelmiszeriparunk egyik fontos alkotóelemeként is szerepel (LESKA et al., 2021). Az EU-28 méztermelését tekintve a világon a második legjelentősebb 2019-ben 280 ezer tonnával, ami 16,27%-os részesedése a globális mennyiségnek, ez az érték pedig közel 40%-os növekvő tendenciát mutat az elmúlt 12 évhez képest. Európa egyben a legnagyobb piac, hiszen a globális mézfogyasztás több mint 20%-a

hozzá köthető. Az önellátás felé is jól halad, hiszen már az igénye 60%-át a tagországok termelik meg. Közel 600 ezer méhész látja el ezt a feladatot, mintegy 18,2 millió méhcsalád segítségével. Az ágazat teljesítményét az Unión belül Spanyolország, Románia és Magyarország, mint fő termelők, majd Németország, Görögország, Lengyelország, Franciaország és Olaszország határozza meg. Azonban a méztermelés további növelésével az EU kevésbé függene az importtól, így egy stabilabb piac jöhetne létre területén (POPESCU et al., 2021).

Hazánk méztermelését vizsgálva láthatjuk, hogy 2017-2018-ban Magyarország a legjelentősebb exportőr volt, és 2019-ben is 21 ezer tonnát exportáltunk, ami kiemelkedő az Unión belül is. 2019-ben 21,2 ezer méhész látta el ezt a feladatot 1.206 millió méhcsalád segítségével. Magyarország az Uniós termelés mintegy 10%-át biztosítja, mely területéhez képest lenyűgöző, ennek oka pedig, hogy hazánk éghajlata és természeti adottságai tökéletesek az ágazat számára. A méhészek jelentős része hobbi méhész, kistermelői, őstermelői keretek között végzi a tevékenységet (FEKETÉNÉ et al., 2021a). A hazai mézfogyasztás is növekvő tendenciát mutat, hiszen 2010-ben ez 0,4 kg/fő volt, ami 2021-re növekedett 1kg/fő környékére (MAGYARORSZÁG KORMÁNYA, 2022).

A mézen kívül még meg kell említenünk a további méhészeti termékeket. A méhviasz melyet a méhek termelnek viaszmirigyeikben, összetételét tekintve zsírsavak észterei, szabad savak és zsír alkoholok, melyet ipar nagy mennyiségben használ fel. „A virágpor vagy más néven a pollen a virágos növények hím szaporító és megtermékenyítő képlete” (MINCSICS, 2021, 17p). Ezenkívül fontos szerepet játszik a táplálkozásban, szépségápolásban, gyógyászatban (MINCSICS, 2021). A propolisz vagy méhészek között méhszurok, egy nagyon fontos anyag mind a méheknek, mind az emberiség számára is. Ragadós, gyantás sötét színű anyag, melyet a méhek főként fák rügyeiről, kérgéről gyűjtenek, melyet lakhelyük tisztántartására és szigetelésére használnak, ezenkívül védelmet nyújt kórokozók és fertőzések ellen. Felhasználása sokrétű, de főként orvosi célú különböző betegségek gyógyítása érdekében (BENEDEK – VERESNÉ, 2022). A méhpempőt, mely a fiatal méhek mandibuláris és hipofaryngeális mirigyeinek váladéka színét tekintve fehér vagy sárgás krémszínű anyag mely a királynő, illetve a fiatal lárvák egyetlen élelemforrása. Rengeteg szabad aminosavat is tartalmaz, antioxidáns hatása ezzel lehet összefüggésben. A jövőre tekintve sok egészségügyi problémának, például a cukorbetegségnek lehet gyógymódja (KOCOT et al., 2018).

Sajnos napjainkra a növekvő családszám aránya megfordulni látszik, hiszen 2016-2020-ig mintegy 3174 méhészet szűnt meg, és 2017-hez képest 7%-ot csökkent az 1 km²-re eső méhcsaládok száma (TÓTH et al., 2021). Ennek oka, hogy az ágazatot sok nehézség érinti napjainkban, melyek közül felsorolok párat (ORAVECZ et al., 2020b):

- Input árak növekedése.
- Olcsó import mézek harmadik országokból, alacsony mézfelvásárlási árak.
- Klímaváltozás.
- Mezőgazdaság intenzifikálása.
- Növényvédőszer, méhmérgezések.
- Nemzetközi importszabványok és a méz minőségére vonatkozó előírások hiánya.
- Hamis/hamisított mézek a polcokon - nem megfelelő ellenőrzés, szabályozás.
- Hazánkban az elállított mézmennyiség 80%-a nagy tételben hordóban kerül exportra.
- Méhésztársadalom elöregedése.
- Meglévő, és új fenyegető méhbetegségek.
- Új hibrid növények, melyek mézélése nem megfelelő (POPESCU et al., 2021).
- Méhpusztulások - 2021 ősztől 2022 tavaszra megközelítőleg 200 ezer méhcsalád pusztult el rejtélyesen Magyarországon (AGROKÉP, 2022).

Szerencsére pozitív dolgokkal is számolhatunk, hiszen a méhészet fenntartása érdekében az EU Bizottság létrehozta a nemzeti méhészeti programokat, amelyek folytatják a támogató intézkedéseket. Mindezen szempontokat figyelembe véve az EU Bizottság 240 millió eurós költségvetést hagyott jóvá 2020-2022 között, ez 11%-kal több, mint a 2017-2019-es időszakra vonatkozó nemzeti méhészeti programok támogatására történt (POPESCU et al., 2021). A nemzeti programok pedig EU-s szinten segítik a tagországok méhészeti ágazatait, különböző támogatások, és intézkedések útján (ORAVECZ et al., 2020b).

2.4. Növényvédő szerek a mezőgazdaságban

A peszticidek természetes vagy szintetizált anyagok, amelyeket a kártevők elpusztítására vagy fejlődésük korlátozására használnak (LESKA et al., 2021). Évtizedekkel ezelőtt az agrokémiai szerek bevezetésének célja a termés hozam növelése és a növények kártevők elleni védelme volt. Azok alkalmazkodása és a vegyszerekkel szemben kialakult rezisztenciája miatt több és újabb vegyületeket használnak a növények védelmére, ami nemkívánatos mellékhatások mellett növeli az élelmiszertermelés költségeit. Ezenkívül számos kórokozó által okozott betegség esetében nem is áll rendelkezésünkre hatékony növényvédőszer (JUHÁSZ, 2022).

A peszticid kifejezés a vegyületek széles skáláját foglalja magában, beleértve a rovarölő, gombaölő, gyomirtó, rágcsálóirtó, puhatestű- és fonálféregirtó szereket, növény-növekedés-szabályozókat és másokat. Ezek közül a klórorganikus rovarölő szereket, amelyeket sikeresen

használtak számos betegség, például a malária és a tífusz elleni küzdelemben, az 1960-as évek után a legtöbb technológiailag fejlett országban betiltották vagy korlátozták. A szerves foszfát alapú rovarölő szerek az 1960-as években, a karbamátok az 1970-es években és a piretroidok az 1980-as években, valamint a gyomirtó és gombaölő szerek az 1970-1980-as években történő bevezetése nagyban hozzájárult a kártevők elleni védekezéshez és a mezőgazdasági termeléshez. Ideális esetben ezek csupán a célzott kártevőket pusztítják el csupán, de sajnos jelentős károkat okoztak már a környezetnek és az emberiségnek is (AKTAR et al., 2009). Súlyos probléma az ezen hatóanyagok és szerek ellen kialakult toleranciaszint emelkedése, ezért napjainkra már bevett szokássá vált egymással való kombinálásuk, melyeket tankkeveréknek hívunk. Számos kutatás beszámolt már ezek egymásra gyakorolt nem várt hatásairól (KOLEJANISZ et al., 2021).

Magyarországon három forgalmazási kategóriája létezik a peszticideknek. Azokat a környezetre gyakorolt hatásuk és veszélyességük alapján kategorizálják. Az 1. kategóriás szerek használatához felsőfokú növényvédelmi szakirányú végzettség szükséges, a 2-es kategóriás szerekhez pedig „zöld könyvnek” nevezett nem felsőfokú végzettségen alapuló engedély, a 3. kategóriás szerekhez nem szükséges engedély (AGRÁRKÖZGAZDASÁGI INTÉZET, 2022).

Az agrokemikáliák lehetővé tették, hogy az elmúlt évszázadban az élelmiszertermelés több mint kétszeresére növekedjen. Azonban a gyorsan növekvő emberi népesség élelmezése érdekében szükséges a peszticidek és műtrágyák intenzív használata. Bár egyre több helyen biológiailag jobban lebomló vegyi anyagokat vezetnek be, de a környezetben található vegyszermaradványok által okozott szennyezés még mindig hatással van a táplálék, a víz és az élővilág minőségére (CARVALHO, 2017). A növényvédő szerek hatása miatt lezajló biológiai, fizikai, és kémiai folyamatok összetettek, és az ezekre ható külső tényezők miatt hatásait még bonyolultabb vizsgálni (VIRÁG, 2006).

2.5. A méhelhullások lehetséges okai

2.5.1. Kolónia összeomlás (CCD - Colony Collapse Disorder) jelensége

Az utóbbi években történő Európában és az Egyesült Államokban tapasztalható kiterjedt méhpusztulás egy megmagyarázhatatlan jelenség. Ezt a "kolónia összeomlásának" (CCD) nevezett rendellenességet először 2006-ban észlelték az Egyesült Államokban, mikor a megszokott éves 20%-os méhcsalád veszteségek hirtelen 30-90%-ra emelkedtek. Számos kutatás és megfigyelés után megállapították, hogy különböző tényezők együttese a felelős a

jelenségért. Azaz a csökkenés okai különböző eredetűek és nem teljesen tisztázottak, de a szinergikus hatásokhoz kapcsolódnak. Megfigyelték, hogy ektoparaziták és patogén baktériumok meggyengítik a családokat, és így kaput nyitnak más betegségeknek. A növényvédőszer vizsgálatok megállapították, hogy neonikotinoidok károsíthatják a méhek tájékozódási képességét, amiért a méhek megzavarodnak, eltévednek, és soha nem térnek vissza (LEADER, 2012; HRISTOV – RADOSLAVOV, 2016). A kolónia összeomlásnak további feltételezett tényezői a légszennyezés, a GMO, a vírusok vagy a ragadozók (pl.: darazsak és lódarazsak) is (LESKA et al., 2021). További probléma, hogy legtöbb növényvédőszer szubletális és kombinált kockázatát nem lehet pontosan felmérni, mivel a peszticidek 71%-áról nincsenek érvényes szubletális toxicitási adatok. A szubletális hatás olyan hatás, közvetlenül ugyan nem pusztít el egy állatot, de megváltoztatja a viselkedését, és ezáltal közvetve a halálát okozhatja vagy lerövidítheti az élettartamát. Halálos hatásnak nevezzük azt, amely az egyes méhek pusztulását okozza. A halálos toxicitás sztenderd végpontja a mediális halálos dózis (LD 50) megmutatja, hogy a vizsgált anyagból mennyi az a mennyiség, amely a vizsgált populáció 50%-ának adott idő alatt bekövetkező elhalását okozza, és ezt világszerte használják a kutatási és kockázatértékelési tevékenységek során. Ezenkívül a kombinált vegyszerek hatásainak túlnyomó többsége is ismeretlen (TOSI et al., 2022).

Több tanulmány szerint a CCD egyik oka a neonikotinoidok csoportjába tartozó növényvédő szerek, melyek közül különösen három hatóanyag veszélyes: az imidakloprid, a klotianidin és a tiametoxam. Az Európai Bizottság épp ezért 2013-ban korlátozásokat vezetett be a fent említett három anyag alkalmazására vonatkozóan. Később az EU 2018/783 és a 2018/784 bizottsági rendeletek rendelkezéseinek végrehajtása keretében 2018. szeptember 19-től ezt a három hatóanyagot tartalmazó valamennyi növényvédő szerek engedélyét visszavonták. Ekkor Franciaország a méhek védelméért való aggodalomból ezt a listát további kettővel, a tiaklopriddal és az acetamipriddel bővítette (LESKA et al., 2021; TAKÁCS – OLÁH, 2017).

Emellett a méhcsaládokat rovarölő szerekkel kezelik, hogy megvédjék őket az ázsiai nagy méhatka (*Varroa destructor*) súlyos, akár végzetes károsításától (KASIOTIS et al., 2014). Azonban kimutatták, hogy a szintetikus és természetes atkaölő szerek LD50 dózisaik nem okoznak akut mortalitást, viszont potenciálisan befolyásolhatják a mézelő méhek higiéniai és táplálkozási viselkedését (pl.: kumafosz), amely más kórokozóknak előnyt jelenthet (GASHOUT et al., 2020). Egy elterjedt atkaölő az amitráz, mely számos tanulmány szerint

befolyásolja a tanulást, a memóriát, a viselkedést, az immunitást és számos más élettani folyamatot a mézelő méhek esetében (YE et al., 2020).

2.5.2. Növényvédőszeres hatásai beporzókra

A háziméh kétféleképpen is a környezetszennyezés detektoraként működik: elsősorban a magas elhullási arányon keresztül a mérgező molekulák jelenlétét, másodsorban pedig a mézben, a virágporban és a lárvákban található maradványokon keresztül a számára ártalmatlan nehézfémek, gomba- és gyomirtó szerek jelenlétét jelzi (CELLI – MACCAGNANI, 2003).

A méhek egészségét több stresszfaktor fenyegeti, amelyek közül az egyik legfontosabb a növényvédő szerek használata (TOSI et al., 2022). Ezek olyan vegyi anyagok, amelyek mind az emberre, mind a környezetre veszélyesek lehetnek, és sok esetben kimutathatók a méhészeti termékekben (különösen a propoliszban és a virágporban) is. A vegyszerek szennyezése hatással van azokra a kémiai összetevőkre, amelyekkel a növények a rovarokat csalogatják, ennek következtében megnehezíti a méhek számára a táplálékforrások felkutatását. A mézelő méhek kevés olyan enzimmel rendelkeznek, amelyek a rovarölő szerekkel szemben védelmet biztosítanak, ami rovarölőszer-érzékenységet okozhat náluk. Továbbá a növényvédőszer maradványok évekig felhalmozódhatnak a viaszban, ami által átvándorolhatnak így egyik kaptárból másik kaptárba, és koncentrátságuk növekedhet. A peszticidek által a méheknek okozott károk közé tartozik többek között a késleltetett fejlődés, az immunrendszer, és az idegrendszer károsodása ezenkívül a kifejlett egyedek élettartamának rövidülése (LESKA et al., 2021).

Méhekre kifejezetten veszélyes szerek azok, melyeknek a közvetlen érintkezés esetén 90-100%-os a mérgezés aránya és a hatóanyaguk több mint 12 órán át fejt ki hatását. Ezeket virágzó kultúrában felhasználni tilos. Azok a mérsékelten veszélyes szerek méhekre, melyek a közvetlen érintkezés esetén 60-100%-os mérgezést okoznak. Ezek méh kímélő technológia mellett kijuttathatóak a földekre, vagyis csillagászati naplemente előtt 1 órával, de még 23 óra előtt. Méhekre nem jelölésköteles technológia mellett akár virágzó kultúrában is lehet permetezni, mivel ebben az esetben nincs érintkezésnél se mérgezés. Érdemes azt is észben tartani, hogy nem csak közvetlen módon érheti toxicitás a beporzókat, hanem a guttációscseppek begyűjtése során is (TAKÁCS – OLÁH, 2017). A peszticidek külön-külön vagy kombinációban egyaránt okozhatnak halálos és szubletális hatásokat a méhek számára. Az egyes peszticidek LD50-értékei azonban még szabványos protokollok alkalmazása esetén is változhatnak, mivel függenek az adott laboratóriumi (pl. hőmérséklet, relatív páratartalom)

és méhészeti körülményektől (alfaj, fiziológia, a kísérlet évszaka, a betegségek előfordulása). Fontos, hogy a peszticidek keveredése lehet szándékos (pl.: a kezelés hatékonyságának növelése érdekében létrehozott tankkeverékek), vagy véletlen. Ilyen például, amikor a méhek eltérő növényvédelmi technológiában részesülő növényeken táplálkoznak (pl.: kukoricán), vagy a peszticidek permetezése elsodródik, és így érintkeznek vele. A peszticid „keverékek” származása is többféle lehet (pl.: nektár, virágpor, víz), illetve hatásuk lehet szinergista, antagonista vagy additív is egymásra. Több hatóanyagról derült ki, hogy az ismert LD értéknél jóval alacsonyabb koncentrációban már szubletális hatást okoztak (pl.: acetamiprid), ezek között gombaölők, és gyomirtók is voltak. Az Európai Bizottság azt ajánlja, hogy a növényvédő szerek akkor engedélyezhetők, ha: nincs elfogadhatatlan akut vagy krónikus hatásuk a kolónia túlélésére és fejlődésére, figyelembe véve a mézelő méh lárvákra és a méhek viselkedésére gyakorolt hatásokat. Azonban eddigi kockázatértékelések jellemzően a kifejlett méhekre vonatkozó halálos toxicitási végpontokat használták (TOSI et al., 2022).

Négy vegyület (három neonikotinoid és egy fenilpiriazol) már sok esetben bizonyítottan, a méhekre rendkívül mérgezőnek és erősen szisztémásnak minősül. Ez azt jelenti, hogy minden növényi szövetbe transzlokálódnak, beleértve a virágport és a nektárt is (TOSELLI – SGOLASTRA, 2020). Azonban fontos még megjegyezni, hogy a leggondosabb és legszakszerűbb felhasználás során sem kerülhető el, hogy a kijuttatott növényvédő szerek bizonyos mértékben ne szennyezzék környezetünket (TOSI et al., 2022).

2.5.3. Házi méh predátorok, kártevők, kórokozók

A házi méheknek sok ragadozójuk létezik: madarak, hüllők, emlősök, pókok és más rovarok, melyek főként a dolgozó méhekre jelentenek veszélyt. Két fajt emelnék ki, melyek tájidegenek de még nem terjedtek el teljesen Európában: a kis kaptárbogár (*Aethina tumida*) és a sárgalábú lódarázs (*Vespa velutina nigrithorax*) (POWELL, 2020). A kontinensünkön az idegenhonos lódarazsak komoly fenyegetést jelentenek a mézelő méhekre és a méhészetekre, szemben az őshonos fajtákkal. Európában a sárgalábú lódarázs agresszíven támadja a házi méhek kolóniáit és kipusztítja azokat, nagy gazdasági kárt okozva a méhészeknek, és ökológiai kárt a környezetnek. A faj 2004-ben került Franciaországba, majd onnan áterjedt a szomszédos országokba, ahol Nyugat-Európában a méhészetet fenyegető egyik legnagyobb veszélyforrássá vált. Ezek a darazsak csapatostul támadnak, és a védekezésre képtelen méhdolgozókat és a királynőt elpusztítják, végül az őrizetlen lárvákat is elhordják (POWELL, 2020). A kis kaptárbogarak a szociális méhcsaládok (pl.: vadméh, házi méh) parazitái, és széles körben

elterjedt inváziós fajjá váltak. Az afrikai kontinensről származnak, de közeljövőben új afrikai és európai régiókban okozhatnak kárt a méhcsaládokban, mivel 1996 óta elterjedésük folyamatos, és megállításukra jelenleg sajnos nem áll rendelkezésre megfelelő cselekvési terv (SCHÄFER et al., 2019; JAMAL et al., 2021). A lárvák és a kifejlett bogarak mézzel, virággal, méhlárvákkal, valamint elpusztult vagy élő kifejlett méhekkel táplálkoznak. Gyakran az egész család teljes szerkezeti összeomlásához vezetve (IDRISSOU et al., 2019).

Kórokozókat tekintve megemlítem az amerikai nyúlós költésrothadást (*Histolysis infectiosa pernicioosa larvae apium*), mely betegségnek a kórokozója a *Paenibacillus* lárvája, ami egy gram-pozitív baktérium. Egyetlen gazdája a mézelő méhlárva, mely elpusztul miután a kórokozó sikeresen behatol a testüregébe. A családon belül a dajkaméhek etetés útján terjesztik, tehát egyre több lárva fertőződik és pusztul el, így végül a peték és ezáltal az utódok hiánya az egész kolónia összeomlásához vezet (EBELING et al., 2016). A betegség hazánkban bejelentési kötelezettség alá tartozik, és megjelenése esetén zárlat bevezetése írt elő a hatályos Állategészségügyi szabályzat szerint. A fertőzött méhcsaládokat el kell pusztítani, szigorú fertőtlenítést alkalmazni minden használt eszközre, mely esetleg égetést is jelenthet. Emiatt 2014-ben több mint 4000 családot számoltak fel, és minden esetben kártalanították a gazdákat (MAKRAI et al., 2017). A nosemosis (*Nosema apis* és a *Nosema ceranae*) egysejtű spóráképző gombák által kiváltott betegség, amely a mézelő méhek kolóniáinak pusztulását okozhatja. Télen növeli a méhek elhullását, tavasszal pedig lassú felszaporodást okoz, ami legyengíti a családokat és csökkenti a mézhozamot, ezáltal pedig hozzájárulhat a kolónia összeomlásához. Legismertebb jele a kaptárban és környezetében található, híg székletfoltok (IORIZZO et al., 2022). Biotesztek továbbá kimutatták, hogy egyes peszticidek fokozhatják a nosemosis hatását (pl.: elhullás) és növelhetik a méhek táplálékfogyasztását is, mivel a méhek valószínűleg megpróbálják kompenzálni a további stressz által elvesztett energiát (LESKA et al., 2021).

Paraziták közül az ázsiai nagy méhatkát emelem ki, ami egy parazita és a házi méhek egészségi állapotának globális romlásában a legnagyobb szerepet játssza. A tudomány 50 évig úgy gondolta, hogy ezek a méhek hemolimfáit fogyasztják, de új kutatások azt bizonyítják, hogy a varroák külsőleg emésztik és fogyasztják a zsíros testszövetet, melynek szerepe hasonló az emberek májához. Ez a szövet szerves része a megfelelő immunműködésnek, a peszticidek méregtelenítésének, a téli túlélésnek és számos más az egészséges méhekben zajló alapvető folyamatnak. Ez némi magyarázatot ad a *Varroa destructor* okozta változatos kórképre, amelyet a hemolimfa eltávolítása önmagában nem magyarázott meg (RAMSEY et al., 2019).

Vírusok közül is csak a fontosabbakat említenem, ilyen a deformált szárny vírus (DWV), mivel ez az egyik legjobban vizsgált vírus, szoros kapcsolata miatt az ázsiai nagy méhatka által kiváltott méhcsalád-összeomlással. Jellemző tünetei kifejezett méhek deformált szárnyai, felpuffadt, megrövidült hasi része és elszíneződéssel történő kelése (DE MIRANDA - GENERSCH, 2010). A vírus azzal okozza legnagyobb kártételt, hogy kedvezőtlen irányba tolja el a családok koreloszlását, ezzel az összeomlás felé tolva azt (TAPASZTI, 2010). A krónikus méhbénulás vírusa (CBPV) felelős a krónikus bénulásért, a kifejezett mézelő méhek fertőző és ragályos betegségéért. Ez jól meghatározott tüneteket okoz, beleértve a szárnyak és a beteg méhek testének rendellenes remegését, amelyek így nem képesek repülni, hanem gyakran a földön kúsznak. Egyes egyedek szinte szőrtelenné válnak, ezért sötétebbnek tűnnek. A beteg méhek néhány napon belül elpusztulnak, tehát ez a vírus jelentős veszteségeket okozhat a méhcsaládokban (OLIVIER et al., 2008). Ezeken kívül még más kórokozók is jellemzőek (ABPV, BQCV, IAPV), de azok összefüggései a kolónia összeomláshoz nem annyira jelentősök (TAPASZTI, 2010).

2.5.4. Időjárás szerepe

Már 1912 óta mind tudományos, mind alkalmazási területeken nagy egyetértés volt abban, hogy a méhészetben a legnagyobb szerepet az időjárási viszonyok játsszák” (VINCZE 2021, 12p). A méhek 10 °C és 40 °C között aktívak, de nektárgyűjtéshez az optimális hőmérséklet 18-25 °C, ezzel szemben egy korábbi kutatás szerint (2011) az optimális nappali középhőmérséklet 22-24 °C (MÁRTON, 2011). A szélesebbesség is nagy hatással van gyűjtésre, míg a relatív páratartalom 60-70% körül optimális. Napraforgó esetén 65-70% közötti relatív nedvesség és 20-25 °C-os napi középhőmérséklet a megfelelő, tehát szoros összefüggés van hőmérséklet és a virágok látogatása között. Egy korábbi kutatás ezzel szemben azt mutatta, hogy 30 °C felett is jól hordanak a méhek napraforgóról, míg 25 °C alatt ebben csökkenés tapasztalható (MORVA, 1977). A méhek aktivitását ezenkívül sok tényező befolyásolja, ezt láthatjuk abból is, hogy a nektárgyűjtés számára maximális szélesebbesség, mely felett már gyűjtési veszteséggel számolhatunk: 5m/s (VINCZE 2021).

A napraforgó mézelésére a méhek aktivitásához hasonlóan az időjárási elemek közül a csapadék, hőmérséklet, napsütéses órák száma és a levegő páratartalma szignifikáns hatással van. A leghatékonyabb hőmérséklet éjjel minimum 18 °C, míg nappal 25 °C körül. A napsütéses órák száma is fontos, hisz borús időben alacsonyabb a nektár termelődés. A csapadék pozitív a nektártermelődésre, de negatív a hordással töltött órákra nézve, mivel az eső

elmosza a virágport és a méhek repülését is akadályozza. A szél negatívan befolyásolja a gyűjtést, és sűríti a nektárt (ZAJÁ CZ, 2011). Alacsony hőmérsékletingadozás magas páratartalommal társulva tehát jó körülményt teremt (GULYÁS, 1981).

3. ANYAG ÉS MÓDSZERTAN

3.1. A vizsgált területek leírása

A vizsgálat két periódusra bontható: az első 2021.07.06-07.25. között két területen, időben párhuzamosan zajlott. Ennek egyik helyszíne Borsodivánka volt, ahova vándoroltatva lettek a méhek (1, 3, 4-es számúak), a másik pedig Ormosbánya volt, a méhek eredeti telephelye, ahol a maradék családok (2, 5, 6-os számúak) kontrollként maradtak. A két helyszín között légvonalban 70 km húzódik. A második vizsgálati periódus alatt az ormosbányai telephelyükön további megfigyelés alatt volt mind a 6 család egészen az első tavaszi átvizsgálás utáni második hétig, melynek időpontja 2022.03.28. volt. A kutatás ezen részét a napjainkban gyakorivá váló őszi kaptár elnéptelenedések és családvesztések indokolták. A saját méhészetünkben is talákoztunk már ezekkel a problémával, illetve az Országos Magyar Méhészeti Egyesület (OMME) 2018 augusztus-szeptemberben sok bejelentést kapott elnéptelenedő családokról, mászkáló méhekről, és súlyos atkaproblémákról (TÓTH et al., 2020). Illetve ez fontos a tavaszi veszteségek megfigyelése miatt is, ahogy 2013-ban megfigyelték, hogy egy sarkvidéki lehülés folytán az akkori felmérések szerint a 2012 őszen betelelt méhcsaládok 20%-a elpusztult, és további 30% legyengült (CSABA et al., 2017).

Borsodivánka az alföld északi széle, árterekkel, puszta gyepekkel szabdalts erdős sztyepp, melynek két említésre méltó vízfolyás folyik a külterületén. Borsod-Abaúj-Zemplén megyében helyezkedik a település, Mezőkövesdtől 15 km-re, Poroszlótól 6 km-re. A környező földterületek kiváló talajminőségűek: használat szerint szántók, de a gyepek, legelők nagysága is és az erdőterületek nagysága is jelentős (HTTPS1). Ez egy mezőgazdaságát tekintve aktív terület, jó minőségű talajokkal, melyek főként csernozjom, vagy csernozjom dinamikájúak (PETŐ – BARCZI, 2011). A kísérletnek egy fasor adott otthont, a falu keleti határában Négyes határához közel. A területet északról és keletről 750 méterre a Rima csatorna, nyugatról pedig 100 méterre egy mocsaras-nádas terület övezte.

Ormosbánya szintén Borsod-Abaúj-Zemplén megyében, bár a Szuha völgyében található tőle délre Izsófalva, északra Rudabánya település található. Mezőgazdasága nem jelentős, mivel korábban bányászati tevékenység folyt a területen (NÉMETH, 2006), ezenkívül domborzata és talajadottságai sem megfelelőek ehhez. A területet 1 km-es körzetében csak

gyep, és erdők (jelentős akácerdők) övezik, majd 2 km-es távolság után jelenik meg említésre méltó méretekben a növénytermesztés, de ezekre a helyekre is erdők, dombok felett juthatnak el a méhek. Természetes vízforrás 200 méterre található a telephelytől.

3.2. A vizsgált méhészet, méhcsaládok

A méhcsaládok származásukat tekintve a krajnai méh hazai változatához, a Pannon méhhez (*Apis mellifera carnica pannonica*) tartoztak, mivel méhanyáik ilyen tenyészetből származtak. A családok nagyboczonádi 18 keretes (42x36 cm; 13,7dm² lépfelület) hidegépítményű, alsó kijárójú, fekvő kaptárakban dolgoztak, melyek méretei (mélység x szélesség x magasság) 56x78,5x55 cm. Igyekeztem egy homogén vizsgálati állományt biztosítani, ahol minden családban 1 éves méhanya, 16-18 keretet takaró népeséggel, és megfelelő mennyiségű egészséges fiasítással rendelkezik. Tehát kiválasztottam 6db erős családot 8-9 keret fiasítással, melyek 16-17 keretet vastagon takartak.

A fiasítás monitoringozása a kísérlet alatt 2 hetente történt, ahol feljegyzésre került az állapotuk és mennyiségük a különbségek kiszűrése érdekében. Majd ez alapján számoltam ki azok területét dm² -ben, ahol 38x32 cm-es, és 12,16 dm²-es lépméretet lett alapul véve, mivel átlagban ekkora felületet petéznak az anyák a vizsgált méhészetben. Ez azért fontos, mivel a szakirodalom szerint a nagyboczonádi keret 42x36 cm, lépfelülete pedig 13,7 dm². Illetve 2021.09.14-10.12-ig tenyérszi fiasításokat (15x15 cm=2,25 dm²) vettem alapul, ezenkívül a kikelt méhmennyiséget is számoltam (1 dm² megközelítőleg 1000 méh) (ÖRÖSI, 1957). Ezek az eredmények táblázatos formában lettek ábrázolva dolgozatomban.

3.3. A vizsgált növénykultúra

A méhcsaládok 2021.07.06-án kerültek Borsodivánkán a vándortanyára egy fasorba, amikor a napraforgó csillagbimbós állapotában volt, és éppen csak elkezdett nyiladozni. A kaptáraktól mintegy 10 méterre szemközt már a vizsgált tábla volt, melynek mérete megközelítőleg 50 hektár volt. A méhek repülési távolságán belül sajnos bőven voltak más táblák is, melyek belezavarhattak a kísérlet eredményeibe. A családok 2021.07.25-én kerültek vissza Ormosbányára (ekkor a napraforgótábla még javában virágzott).

A vizsgált napraforgó adatai:

- Fajta: Syngenta Diamantis
- Vetésterület: ≈50 ha
- Vetés: 58000 tő/ha; ideje: 2021.04.18.
- Műtrágya: 250 kg/ha pétisó, 250 kg/ha komplex műtrágya; ideje: 2021.08.21.

- Permetezések:

1. Herbicid: - WingP 4 L/ha, ideje: 2021.05.20.
- Pulsar 1,2 L/ha, ideje: 2021.04.23.
 2. Inszekticid: - Autentic 0,2 kg/ha; ideje: 2021.07.11.
- III. kategóriás, méhekre mérsékelten veszélyes szer
3. Fungicid: - Pictor 0,5 L/ha; 300 L víz, ideje: 2021.07.11.
- II. kategóriás, méhekre nem jelölésköteles szer
4. Lombtrágya: - Yara bór 1 L/ha; ideje: 2021.07.11.

3.4. Elvégzett vizsgálatok, adatgyűjtések

A kísérlet elején és végén is történt méhegészségügyi vizsgálat, hogy az esetleges veszteségek okai közül kizárhassuk a kórokozókat, és parazitákat. A mintavételezés során lépmintát (10x10 cm) vettem minden családtól mely tartalmazott egyaránt fedett, és nyitott fiasítást is. Ezenkívül méhmintát is gyűjtöttem (200-300 db) a keretekről vegyesen. Az első mintavételezés 2021.07.05-én történt a vizsgálat kezdete előtt, a második 2021.07.26-án, miután Ormosbányára visszakerült az egész állomány (a vizsgálat ismeretlen okból sikertelen lett), a harmadik mintavételezésre 2021.08.04-én került sor. A fagyasztás során elölt méhek vizsgálata minden esetben kiterjedt Nosema-infekcióra, Varroa-fertőzöttségre és mérgezésre utaló jelek megfigyelésére (pl.: terpesztett szárny, nyújtott szipóka, görcsös testtartás). A lépminták vizsgálata során *Paenibacillus larvae* kimutatása, és egyéb kórtani elváltozások megfigyelése volt a szempont. A vizsgálatokat a NÉBIH ÉLI Parazitológiai, Hal- és Méhkórtani Laboratóriuma végezte el. Varroózis vizsgálatát makroszkópos módszerrel végezték, az OIE Manual of Diagnostic Tests and Vaccines for Terrestrial Animals, 2018. Chapter 3.2.7.B.1 szabvány alapján. Nosemosis vizsgálata esetén mikroszkópos módszert használtak, az OIE Manual of Diagnostic Tests and Vaccines for Terrestrial Animals, 2018. Chapter 3.2.4.B.1.1 szabvány alapján. *Paenibacillus larvae* kimutatása makroszkópos és mikroszkópos módszerrel egyaránt megtörtént, a OIE Manual of Diagnostic Tests and Vaccines for Terrestrial Animals, 2018. Chapter 3.2.2..A.1.;B.1.3.4.vi szabvány szerint. A minták további vizsgálata fertőző vírusokra, és *Spiroplasma* kimutatására az ÁTE Járványtani és Mikrobiológiai Tanszékén történt volna, de ez ismeretlen okok miatt elmaradt. A jegyzőkönyvek eredményeit dolgozatomban táblázatok segítségével szemléltetem.

Emellett virágport is mintáztunk, amit külső virágporgyűjtők segítségével a méhek virágporkosarából leperegve, mindkét telephelyen azonos időben gyűjtöttem (este, a méhek

nyugalmi állapota alatt), majd a laborba szállításig -20 °C -on kerültek tárolásra (1. táblázat). Ezeken a virágpormintákon kémiai szűrővizsgálatot végeztünk nagyszámú hatóanyagra (több mint 400) a lehetséges mérgezés okozójának kiderítése céljából, mivel ezekből meg lehet állapítani, hogy milyen kultúrákat látogattak a méhek, és milyen kemikáliákkal találkoztak (Tóth et al., 2020).

1. táblázat: **Virágporminták gyűjtési ideje, mennyisége**

	Borsodivánka			Ormosbánya		
Dátum	1.kaptár	3.kaptár	4.kaptár	2.kaptár	5.kaptár	6.kaptár
2021.07.07	6g	78g	112g	119g	95g	29g
2021.07.10	7g	60g	33g	361g	268g	72g
2021.07.12	11g	53g	60g	207g	110g	12g
2021.07.14	24g	47g	75g	205g	106g	18g
2021.07.16	126g	82g	145g	236g	142g	52g
2021.07.18	138g	154g	182g	204g	212g	39g
2021.07.20	66g	80g	119g	318g	229g	41g

Forrás: Saját adatok. Saját szerkesztés

A kémiai minták három kiválasztott napból (július 12., 14., 20.) telephelyenként a 3-3 család által gyűjtött pollen átlagának mintáiból készültek (tehát 3napx2helyszín=6db virágpor minta). Ezek közül a 12-ei minta volt különösen fontos, mivel a gazda elmondása szerint az azt megelőző nap történt rovarölő, és gombaölő permetezés. A monitoring elején műlépes keretek is kerültek behelyezésre, melyekről a vizsgálat végén (2021.07.26.) viaszmintát vettem, így 1-1 db viaszgolyót vizsgáltattunk be a két helyszínről, a családok átlagából. A kémiai elemzéseket a Nemzeti Élelmiszerlánc-biztonsági Hivatal Élelmiszerláncbiztonsági Laboratórium Igazgatóság; Velencei Növényvédőszer-analitikai, Nemzeti Referencia Laboratóriumában végezték. A pollenvizsgálat a MSZ EN 15662:2009, míg a viaszminták elemzése a MR 518:2016 szabvány szerint történt. A monitoring során a mintákat minden esetben szűrővizsgálatnak vetették alá, ami azt jelenti, hogy több mint 400féle növényvédőszer-hatóanyag jelenlétét ellenőrizték bennük. Jelen munkámban táblázatos formában jelenítettem meg ezeknek az eredményeit.

Pollen analitikai (botanikai) vizsgálatra is sor került a gyűjtött virágpor mintákból, hogy lássuk milyen növényeket látogattak a méhek, és milyen mértékben tették azt. A vizsgálatra szánt minták a már begyűjtött, és tárolt virágporok közül lettek előkészítve, hogy reprezentálják a teljes spektrumot. 3 időpont mintái lettek kiválasztva, mindkét telephelyen: 2021.07.12. (közvetlen a növényvédelmi kezelések utáni minta), illetve 2021.07.14., és 2021.07.20-ai. Tehát összesen 18 db minta készült bevizsgálásra. Az analízist a WESSLING Hungary Kft.

Élelmiszervizsgáló laboratóriuma végezte. A mintáknál előforduló kisebb pontatlanságokért a labor a kerekítést adta meg indokként. A dolgozatban a terjedelemre vonatkozó limitálás miatt sajnos nem tudunk minden elkészült kimutatást megjeleníteni.

A Magyar Államkincstár által szolgáltatott adatok alapján a települések 5 km-es sugarán belül termesztett haszonnövények adatait használtuk fel a dolgozat elkészítése folyamán. Ezek az adatok az egyes települések területén található mezőgazdasági kultúrák kiterjedésének számbeli adatait tartalmazták táblázatos formában (xlsx formátumban). Illetve megjelölt földrajzi területeken, mesterségesen létrehozott 500x500 m oldalhosszúságú rácshálóra eső mezőgazdasági kultúrák területi kiterjedését feltüntető térinformatikai adatbázist (shape formátumban) is biztosítottak. Ezekből az adatokból egy térinformatikai rendszer (Google Earth Pro) segítségével készítettem térképeket az adott kultúrákról, melyek jól jelzik a méhek jellemző repülési távolságait (1; 2; illetve 4,5 km) is. Itt meg kell jegyezni, hogy a kapott adatok a rácshálón sok esetben ütköztek, így a kultúrákat csak külön-külön lehetett ábrázolni. Ezért és a dolgozat terjedelme okán, csak a vizsgált napraforgó és a kukorica (*Zea mays*) kultúrát ábráztuk, mint potenciális méhmérgezéssel összefüggő növényeket. Illetve ezen kultúrák számbeliségei is feldolgozásra kerültek táblázatos formában.

Időjárási adatok is feldolgozásra kerültek, melyeket az Országos Meteorológiai Szolgálat nyújtott (órás lebontásban), a tulajdonában lévő meteorológiai állomások adatai alapján. Az igényelt adatok két vizsgálati szempontot fednek le:

- 1.: Az itt feldolgozott információ 2021. júliusából, mindkét helyszínről származott. Ebben a szakaszban csapadékösszeg, relatív nedvesség, középhőmérséklet, átlagos szélsősebesség, és napfénytartam összeg adatok lettek igényelve. A méhek napraforgón végzett munkájukra, és annak mézelésére tett időjárási hatásokra irányult a vizsgálat.
- 2.: Ez a rész 2021.07.25-2022.03.28-ig tartó időszak adatait dolgozta fel, csupán Ormosbánya területéről. Itt csapadékösszeg, középhőmérséklet, és napfénytartam összeg adatokat használtam. Ekkor az volt a kérdés, hogy ha télen történne veszteség a családoknál, az történhetett-e a téli időjárás, illetve csapadékos, hideg tavaszok előforduló *Nosema*-fertőzés miatt.

Ormosbányára vonatkozóan az Edelény területén működő automata meteorológiai állomás (csapadékösszeg, relatív nedvesség, középhőmérséklet, átlagos szélsősebesség), továbbá a Miskolc-Diósgyőr meteorológiai állomás mérései biztosították (napfénytartam összeg) az adatokat. Borsodivánka esetében a poroszlói automata meteorológiai állomás mérései

(csapadékösszeg, relatív nedvesség, középhőmérséklet, átlagos szélsőbesség), és az Egri állomás szolgáltatott a további információkat (napfénytartam összeg). Ezek az adatok csupán a két vizsgálati helyszín környékéről származnak, de releváns információkat nyújthatnak.

4. EREDMÉNYEK, ÉS ÉRTÉKELÉSÜK

4.1. Családok állapota, és a fiasítás mennyiségének alakulása

A kísérlet első periódusa alatt folyamatos megfigyelés alatt voltak a családok, és végül egyik telephelyen se tapasztaltunk méhmergezésre utaló jeleket. A Borsodivánkai családoknál a hazaszállítás időpontjára egy kisebb népesség veszteséget figyeltünk meg, ennek oka valószínűleg a napraforgó normális méhgyötrő hatása (ÖRÖSI, 1957). Ezután se a beteleléskor, se az első tavaszi, vagy a rá következő 2 hétben történő vizsgálatkor sem tapasztaltunk érdemleges különbséget a 2 vizsgált állomány között.

Ez igaz volt a fiasítások mennyiségére is, hiszen láthattuk, ahogy a júliusi napraforgó után szép lassan mindegyik család október 12-ére szinte teljesen leállt az utód neveléssel. Majd a március 15-ei vizsgálatkor már újra láttunk fiasításokat minden kaptárban. Megfigyelhettük, hogy átlagban 10 hónapra tekintve vannak különbségek a családok között, de a vizsgált helyszínekre lebontva már nem jelentős ez a differencia (2. táblázat).

2. táblázat: Fiasítás alakulása a kísérlet kezdetétől végéig

Dátum	Fiasítások száma/család							
	1-es	2-es	3-as	4-es	5-ös	6-os	Borsodivánka	Ormosbánya
2021.07.06	9	7	8,5	7,5	9	8,5	8,3	8,2
2021.07.20	8,5	8	7,5	7	8,5	8	7,7	8,2
2021.08.03	8	7	6,5	6	7,5	7	6,8	7,2
2021.08.17	7,5	6,5	7	6	7,5	6,5	6,8	6,8
2021.08.31	6	5	5,5	5	6,5	6	5,5	5,8
*2021.09.14	4	4	4,5	4	5	4	4,2	4,3
*2021.09.28	2	2,5	3	3	2	1,5	2,7	2,0
*2021.10.12	0	1	0	1	0	0	0,3	0,3
2021.10.26	0	0	0	0	0	0	0,0	0,0
2021.11.09	0	0	0	0	0	0	0,0	0,0
2021.11.23	0	0	0	0	0	0	0,0	0,0
2021.12.07	0	0	0	0	0	0	0,0	0,0
2021.12.21	0	0	0	0	0	0	0,0	0,0
2022.01.04	0	0	0	0	0	0	0,0	0,0
2022.01.18	0	0	0	0	0	0	0,0	0,0
2022.02.01	0	0	0	0	0	0	0,0	0,0
2022.02.15	0	0	0	0	0	0	0,0	0,0
2022.03.01	0	0	0	0	0	0	0,0	0,0
2022.03.15	2	1,5	2	2	2	2,5	2,0	2,0
2022.03.28	4	3	4	3,5	4	3,5	3,8	3,5
Kondíció	erős	közepes	erős	közepes	erős	erős		
Átlag	5,1	4,55	4,85	4,5	5,2	4,75	4,8	4,8

Forrás: Saját adatok. Saját szerkesztés.

3. táblázat: Fiasítás alakulása dm²-ben a kísérlet kezdetétől végéig

Dátum	Fiasítások száma/család (dm ²)							
	1-es	2-es	3-as	4-es	5-ös	6-os	Borsodivánka	Ormosbánya
2021.07.06	109,44	85,12	103,36	91,2	109,44	103,36	101,33	99,31
2021.07.20	103,36	97,28	91,2	85,12	103,36	97,28	93,23	99,31
2021.08.03	97,28	85,12	79,04	72,96	91,2	85,12	83,09	87,15
2021.08.17	91,2	79,04	85,12	72,96	91,2	79,04	83,09	83,09
2021.08.31	72,96	60,8	66,88	60,8	79,04	72,96	66,88	70,93
*2021.09.14	9	6	6,75	6	7,5	6	7,25	6,50
*2021.09.28	4,5	3,75	4,5	4,5	3	2,25	4,50	3,00
*2021.10.12	0	2,25	0	2,25	0	0	0,75	0,75
2021.10.26	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00
2021.11.09	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00
2021.11.23	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00
2021.12.07	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00
2021.12.21	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00
2022.01.04	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00
2022.01.18	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00
2022.02.01	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00
2022.02.15	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00
2022.03.01	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00
2022.03.15	24,32	18,24	24,32	24,32	24,32	30,4	24,32	24,32
2022.03.28	48,64	36,48	48,64	42,56	48,64	42,56	46,61	42,56
Kondíció	erős	közepes	erős	közepes	erős	erős		
Összesen	56,07	47,408	50,981	46,27	55,77	51,897	51,11	51,69
kikelt fiasok:	56070	47408	50981	46267,00	55770	51897	51106,00	51691,67

Forrás: Saját adatok. Saját szerkesztés.

A fiasítások mennyiségét dm²-ben tekintve is elmondhatjuk, hogy a családok között voltak különbségek, de átlagban a két vizsgálati csoport között ezek nem voltak lényegesek. (3. táblázat).

4.2. Az egészségügyi vizsgálat eredményei

4. táblázat: Kórtani vizsgálat eredményei 2021.07.05. (kísérlet kezdete előtt 1 nappal)

Vizsgálat eredménye	Méh minták sorszáma (család)						Összesen
	1.	2.	3.	4.	5.	6.	
Mért súly (g)	46,23	47,14	86,46	58,23	49,04	40,01	327,11
Mérgezésre utaló jelek (%)	10	5	32	55	59	12	28,83
Nosemosis	közepes	alacsony	közepes	alacsony	alacsony	közepes	alacsony/közepes
Varroózis (db)	-	-	-	2	1	-	3
*Megjegyzés	Borsodivánka		Ormosbánya				

Forrás: NÉBIH ÉLI Parazitológiai, Hal- és Méhkórtani Laboratórium adatai. Saját szerkesztés

Láthatjuk, hogy a monitoring előtt atka fertőzöttséggel nem lehetett érdemben számolni, viszont minden esetben Nosema-fertőzöttség állt fenn, és magas ~29% átlagosan mérgezésre utaló jelek (pl.: terpesztett szárny, nyújtott szipóka, görcsös testtartás) felbukkanása a mintákat tekintve. Érdekes eredmény a mérgezést sejtető tünetek aránya, mivel a családok kondíciója

nem utalt erre, továbbá élő, egészséges méheket gyűjtöttünk majd fagyasztottunk le az egyéb vizsgálatokhoz (4. táblázat).

5. táblázat: **Kórtani vizsgálat eredményei 2021.08.04. (kísérlet végén)**

Vizsgálat eredménye	Méh minták sorszáma (család)						Összesen
	1.	2.	3.	4.	5.	6.	
Mért súly (g)	18,84	29,43	20,96	21,73	21,58	28,02	140,56
Mérgezésre utaló jelek (%)	29	15	10	36	13	22	20,83
Nosemosis	alacsony	alacsony	alacsony	alacsony	alacsony	közepes	alacsony
Varroózis (db)	-	-	-	3	6	-	9
*Megjegyzés	Borsodivánka		Ormosbánya				

Forrás: NÉBIH ÉLI Parazitológiai, Hal- és Méhkórtani Laboratórium adatai. Saját szerkesztés

A kísérlet végére az ormosbányai családokról ellehet mondani, hogy a nosemosis szintje változatlan maradt, a mérgezés jeleit átlagosan kevésbé mutatták (25%-ról 16%-ra), mint az elején és az atkák számát tekintve nem történt változás (kivéve az 5. család, ahol nagymértékben emelkedett). A borsodivánkai állományban a mérgezés jeleinek mértéke átlagosan csökkent (32%-ról 25%-ra), ahogy a Nosema-fertőzöttség szintje is, mialatt az atkák száma sem növekedett (eltekintve a 4. családtól). Továbbá a két vizsgálat alatt elemzett lépekben, egyszer sem találtak *Paenibacillus larvae*-fertőzésre mutató jeleket (5. táblázat).

4.3. Kémiai labor vizsgálatot eredményei virágporon több hatóanyagra

A pollen minták kémiai analízise után kimutatásra került hatóanyagok között egyaránt voltak gombaölő szerek (azoxistrobin, difenokonazol), és rovarirtók (acetamiprid) is (6. táblázat). Ez azért rendhagyó, mert a kimutatott gombaölő hatóanyagok nem a gazda által közölt, a permetezési naplóban szereplő vegyszernek (Pictor, BASF) a hatóanyagai. Illetve annak várt hatóanyagait (boszkalid, dimoxistrobin) nem tudtuk kimutatni a mért határértékeken belül. A használt inszekticid (Autentic, NIPPON SODA) hatóanyagát (acetamiprid) azonban megtaláltuk 1 mintában, melynek értéke 83 ppb (1 ppb = 0,0000001% térfogatrész) volt, míg a gombaölő hatóanyagok közül Borsodivánkán az azoxistrobint minden esetben, de a difenokonazolt is 2 esetben kimutattuk. Ez utóbbi esetében érdekes, hogy az utolsó mintavételezéskor volt a legmagasabb értéke 130 ppb.

A viaszmintákból akkreditált határérték felett (0,01mg/kg=10ppb) amitráz, kumafosz, piperonil-butoxid, tau-fluvalinát hatóanyagokkerültek kimutatásra, ezen érték alatt pedig a brómpropilát (6.táblázat). Az amitrázzal kapcsolatosan érdekes, hogy kiindulási vegyülete és

bomlástermékei (N-2,4-dimetilfenil-N'-metilformamidin; és N-2,4-dimetilfenil-formamid) egyaránt kimutatásra kerültek, mely arra engedne következtetni, hogy a családoknak a közelmúltban *Varroa destructor* elleni kezelésben volt része az említett vegyszerekkel. Kumafosz vegyület az amitrázhoz hasonlóan, alapvetően atka ellen használt hatóanyag. Azonban mielőtt a viaszminták bekerültek a laborvizsgálatra, nem történt kezelés egyik korábban említett atkaölő szerrel sem az állományokon. A piperonil-butoxid az inszekticidek hatásfokozója, de gyakori a külföldről (pl.: Ukrajna-Szerbia) származó viaszból készült műlépeknél. (CSABA et al., 2018) A tau-fluvalinát a piretroidok közé tartozó méhekre nem jelölésköteles hatóanyag, de atkairtó szerekben is gyakran megtalálható (CSABA et al., 2017). Így a brompropilát és tau-fluvalinát együtt gyakran arra mutat, hogy a műléphez használt viasz külföldről származik (TÓTH et al., 2014; CSABA et al., 2015; CSABA et al., 2016).

6. táblázat: Kémiai labor vizsgálatok eredményei virágpor minták alapján

2,5,6 Ormosbánya								
1,3,4 Borsodivánka								
Jelzés	Minta	Mintavétel időpontja	Minta-beérkezés	Labor-szám	Vizsgálat	Mért Hatóanyag	Detektált mennyiség (mg/kg); víz (ug/L)	Származás
viasz vándorlásból (1,3,4 kaptár)	viasz	2021.07.26	2021.09.17	10018989	szűrő	amitráz anyavegyület	< 0,005	bomlatlan amitráz
Hegedűs Szabolcs						N-2,4-dimetilfenil-N'-metilformamidin	0,017	amitráz bomlástermék
						N-2,4-dimetilfenil-formamid	0,010	amitráz bomlástermék
						amitráz szumma	0,052	számított amitráz
						brompropilát	0,0071	atkaölő (balkáni eredetű viaszból)
						kumafosz	4,7	atkaölő
						piperonilbutoxid	0,087	molyirtó hatásfokozó
						tau-fluvalinát	0,30	atkaölő/vagy mg. Eredetű rovarölő
viasz itthon (2,5,6 kaptár)	viasz	2021.07.26	2021.09.17	10018996	szűrő	amitráz anyavegyület	< 0,005	bomlatlan amitráz
Hegedűs Szabolcs						N-2,4-dimetilfenil-N'-metilformamidin	0,016	amitráz bomlástermék
						N-2,4-dimetilfenil-formamid	0,014	amitráz bomlástermék
						amitráz szumma	0,056	számított amitráz
						brompropilát	0,0066	atkaölő (balkáni eredetű viaszból)
						kumafosz	4,9	atkaölő
						piperonilbutoxid	0,110	molyirtó hatásfokozó
						tau-fluvalinát	0,31	atkaölő/vagy mg. Eredetű rovarölő
virágpor	virágpor	2021.07.14	2021.09.17	10019003	szűrő	amitráz anyavegyület	< 0,005	bomlatlan amitráz
Borsodivánka (1,3,4 kaptár)						N-2,4-dimetilfenil-N'-metilformamidin	< 0,005	amitráz bomlástermék
Hegedűs Szabolcs						N-2,4-dimetilfenil-formamid	< 0,005	amitráz bomlástermék
						amitráz szumma	< 0,024	számított amitráz
						azoxistrobin	0,019	gombaölő
						difenokonazol	0,011	gombaölő
virágpor	virágpor	2021.07.20	2021.09.17	10019010	szűrő	amitráz anyavegyület	< 0,005	bomlatlan amitráz
Borsodivánka (1,3,4 kaptár)						N-2,4-dimetilfenil-N'-metilformamidin	< 0,005	amitráz bomlástermék
Hegedűs Szabolcs						N-2,4-dimetilfenil-formamid	< 0,005	amitráz bomlástermék
						amitráz szumma	< 0,024	számított amitráz
						azoxistrobin	< 0,01 (0,0075)	gombaölő
virágpor	virágpor	2021.07.12	2021.09.17	10019027	szűrő	amitráz anyavegyület	< 0,005	bomlatlan amitráz
Borsodivánka (1,3,4 kaptár)						N-2,4-dimetilfenil-N'-metilformamidin	< 0,005	amitráz bomlástermék
Hegedűs Szabolcs						N-2,4-dimetilfenil-formamid	< 0,005	amitráz bomlástermék
						amitráz szumma	< 0,024	számított amitráz
						acetamiprid	0,083	rovarölő
						azoxistrobin	0,024	gombaölő
						difenokonazol	0,13	gombaölő
virágpor	virágpor	2021.07.14	2021.09.17	10019034	szűrő	amitráz anyavegyület	< 0,005	bomlatlan amitráz
Ormosbánya (2,5,6 kaptár)						N-2,4-dimetilfenil-N'-metilformamidin	< 0,005	amitráz bomlástermék
Hegedűs Szabolcs						N-2,4-dimetilfenil-formamid	< 0,005	amitráz bomlástermék
						amitráz szumma	< 0,024	számított amitráz
virágpor	virágpor	2021.07.20	2021.09.17	10019041	szűrő	amitráz anyavegyület	< 0,005	bomlatlan amitráz
Ormosbánya (2,5,6 kaptár)						N-2,4-dimetilfenil-N'-metilformamidin	< 0,005	amitráz bomlástermék
Hegedűs Szabolcs						N-2,4-dimetilfenil-formamid	< 0,005	amitráz bomlástermék
						amitráz szumma	< 0,024	számított amitráz
virágpor	virágpor	2021.07.12	2021.09.17	10019058	szűrő	amitráz anyavegyület	< 0,005	bomlatlan amitráz
Ormosbánya (2,5,6 kaptár)						N-2,4-dimetilfenil-N'-metilformamidin	< 0,005	amitráz bomlástermék
Hegedűs Szabolcs						N-2,4-dimetilfenil-formamid	< 0,005	amitráz bomlástermék
						amitráz szumma	< 0,024	számított amitráz

*Megjegyzés: A táblázatban piros színnel jelöltük az inszekticideket, és kézzel a fungicideket.

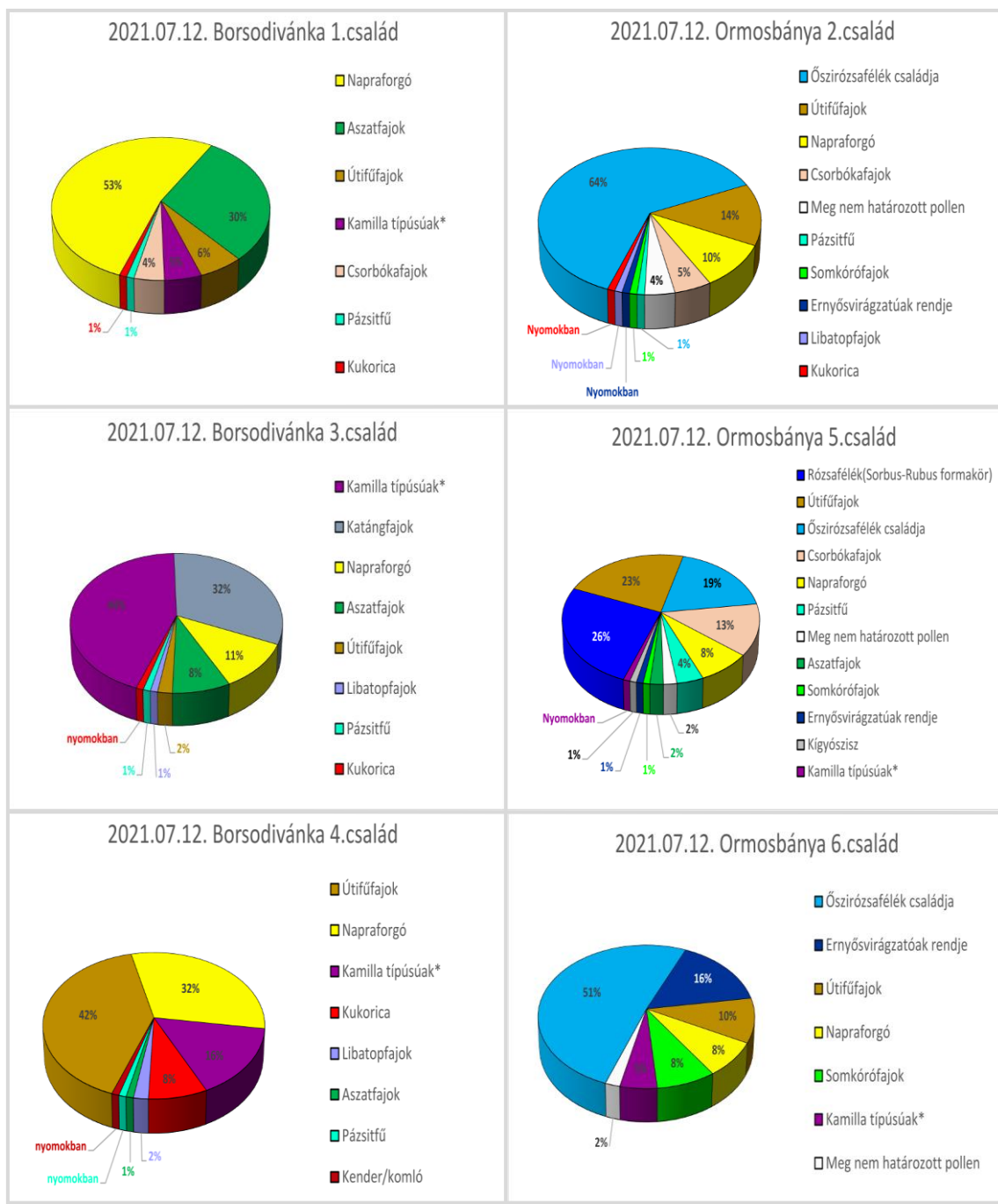
Forrás: Nemzeti Élelmiszerlánc-biztonsági Hivatal Élelmiszerláncbiztonsági Laboratórium Igazgatóság; Velencei Növényvédőszer-analitikai, Nemzeti Referencia Laboratórium adatai. Saját szerkesztés.

4.4. Pollen analitikai (botanikai) vizsgálat eredményei

A minták értékelésénél fontos szempont volt, hogy azokat külön kezeljük, mivel így lehet sok értékes információt leszární. A 2021. július 12-ei mintákból látható, hogy nem csak telephelyenként, hanem családonként is nagyon sokféle növényt látogattak meg a méhek, és ezeknek az egymáshoz viszonyított arányuk is változatos volt. Jól kirajzolódik, hogy Ormosbányához sokkal távolabb voltak a napraforgó táblák (55. ábra), ezért a gyűjtött mennyiségek is szerényebbek lettek. Borsodivánkát tekintve érdekes, hogy egyéb növényeket is látogattak inkább a méhek annak ellenére, hogy közvetlen közelségükben volt a vizsgálat alapjául szolgáló *Helianthus annuus* (6. ábra). Pozitív megfigyelés, hogy az eredményekből kiderül, mind a 2 helyen magas a növények diverzitása. A kukorica pollen aránya alacsony minden minta esetében (kétszer Ormosbányán nem is mutatható ki), annak ellenére, hogy nagy területeken volt természetve, főleg Borsodivánka környezetében (8-1. ábra). Ezen a mintavételezési napon a vándoroltatott családok esetében a napraforgó, a kamilla típusúak, és az útifűfajok domináltak, míg a kontroll telephelyen az őszirózsafélék, és *Sorbus-Robus* formakör (2. ábra).

A 2021. július 14-ei minták esetén már a családok viszonylag azonos növényeket látogattak, viszont a fajgazdagságban nincs jelentős változás. Ormosbányán csökkent a *Helianthus annuus* pollen aránya, ez betudható annak, hogy közelebb találtak megfelelő nektár forrást. Borsodivánkán még tovább csökkent a napraforgó virágpor aránya, annak ellenére, hogy ez lenne a legkézenfekvőbb nektár, és virágpor forrás a méhek számára. A kukorica pollen aránya, megjelenése hasonló az előző mintavételezési naphoz. A 6 db mintát tekintve a vándoroltatott állományánál az útifűfajok domináltak, szemben a telephelyen maradtakkal, ahol továbbra is az őszirózsafélék domináltak, bár az útifűfajok aránya növekedett (3. ábra).

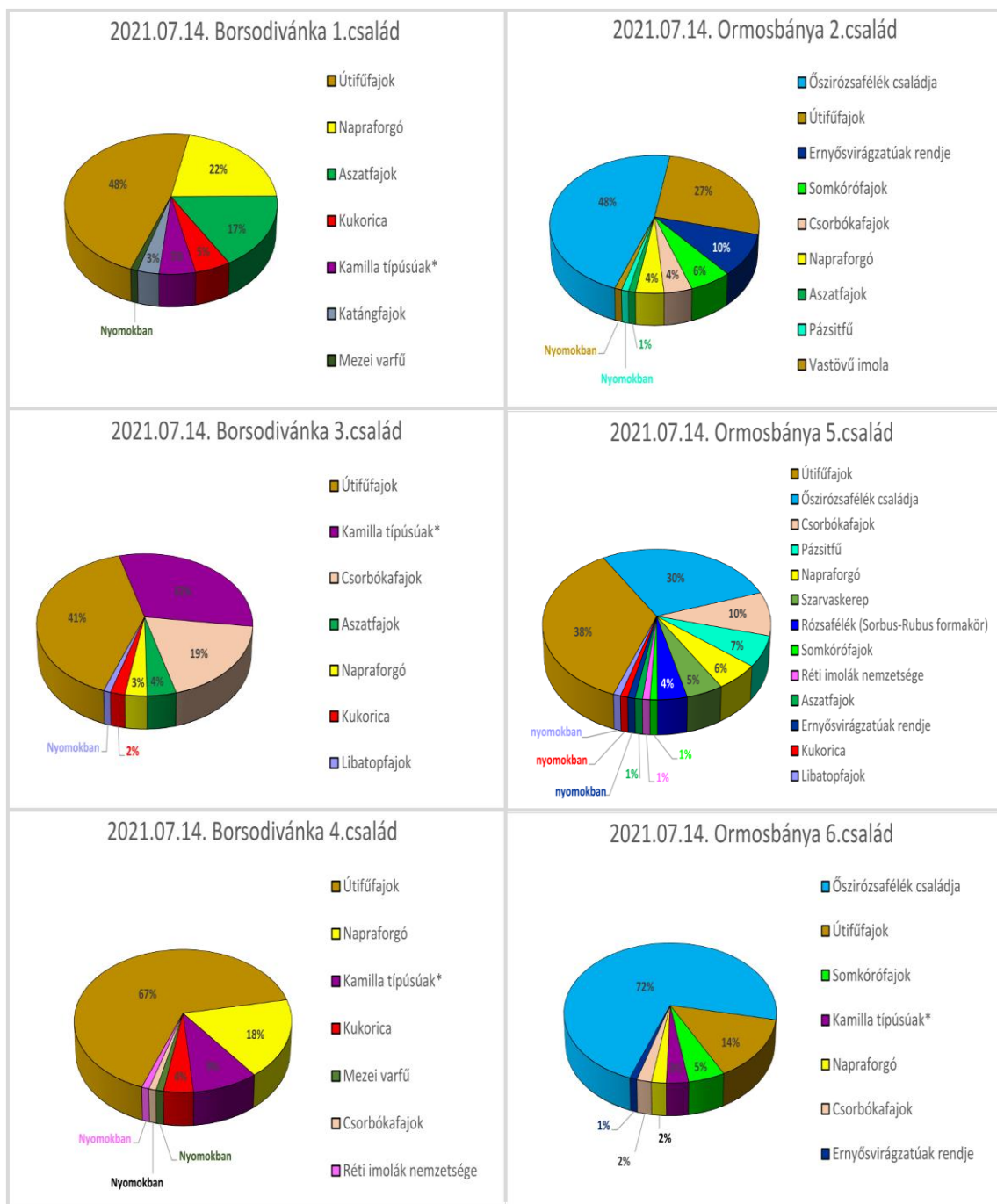
A 2021. július. 20-ai mintáknál a látogatott virágok fajgazdagsága ismét magas volt, azonban az arányuk a legtöbb esetben teljesen változó. Mind a két helyszínen újra nőtt a napraforgó pollen aránya, melynek több oka lehet, mint például a vadnövények elvirágzása. A *Zea mays* pollen aránya alacsony maradt, is ezzel azt mutatva, hogy a méhek csak szükségmegoldásként gyűjtik a virágporát. Ezen mintákban Borsodivánkán a *Helianthus annuus* pollen dominált, de megjelentek a fűzény fajok is nagy mennyiségben, míg a családok telephelyén intenzíven nőtt a virágport szolgáltató növények diverzitása (4. ábra). Összeségében a 4-es család mutatta csak virághűség jeleit, vagy is egyfajta virágot látogattak hosszú időn át.



Megjegyzés: *A Matricaria (kamilla) pollentípushoz tartozik az Achillea (cickafark), Chrysanthemum (krizantém), Anthemis (pipitér), Leucanthemum (margaréta), Tanacetum (margitvirág). Ezek pollenjét biztonsággal elkülöníteni nem lehet a használt fénymikroszkópos módszerekkel.

2. ábra: A begyűjtött virágpor minták faji összetétele 2021.07.12; (két vizsgálati helyszínre bontva %-os értékben)

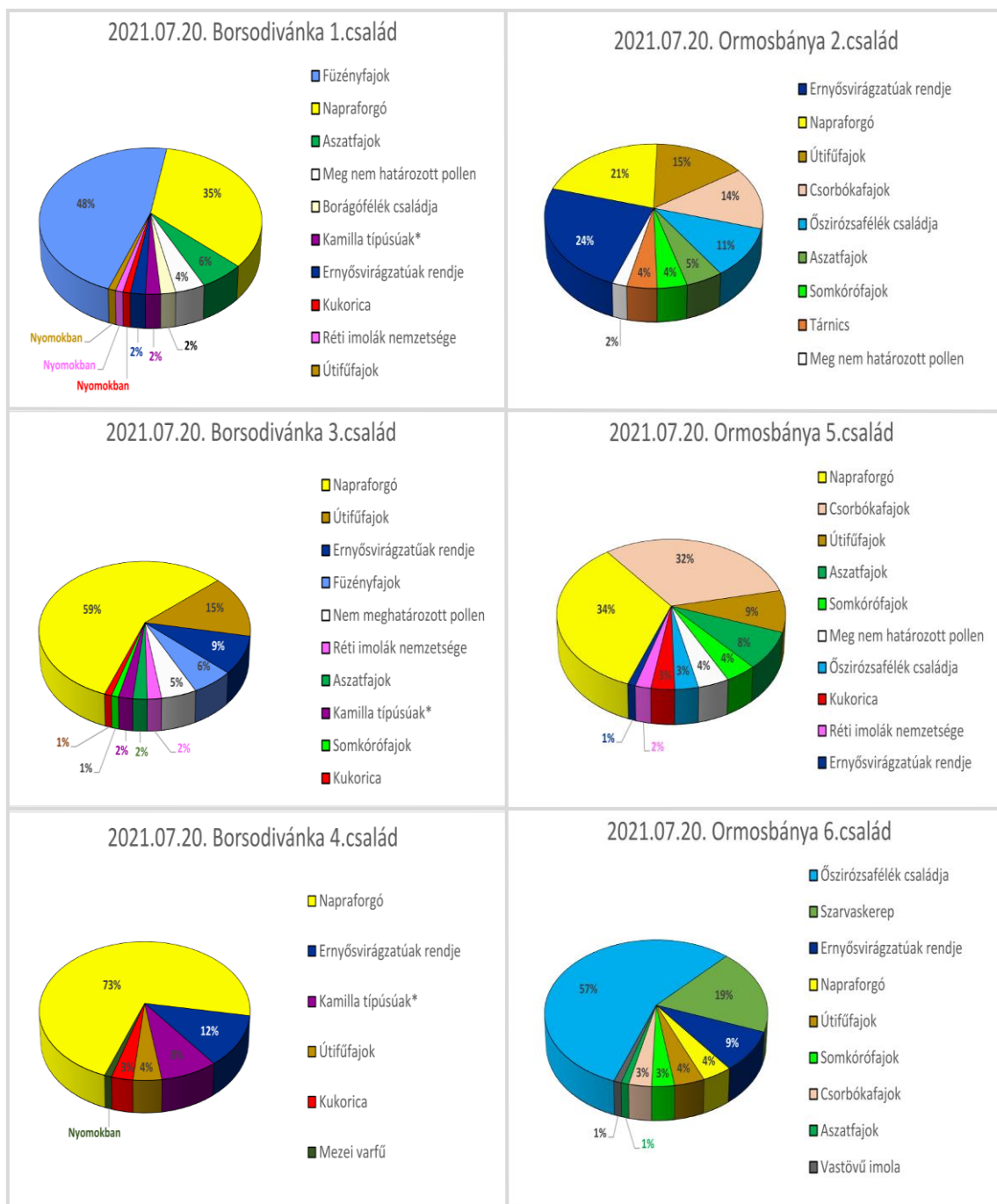
Forrás: WESSLING Hungary Kft. Élelmiszervizsgáló laboratórium adatai. Saját szerkesztés



Megjegyzés: *A Matricaria (kamilla) pollentípushoz tartozik az Achillea (cickafark), Chrysanthemum (krizantém), Anthemis (pipitér), Leucanthemum (margaréta), Tanacetum (margitvirág). Ezek pollenjét biztonsággal elkülöníteni nem lehet a használt fénymikroszkópos módszerekkel.

3. ábra: A begyűjtött virágpor minták faji összetétele 2021.07.14; (két vizsgálati helyszínrre bontva %-os értékben)

Forrás: WESSLING Hungary Kft. Élelmiszervizsgáló laboratórium adatai. Saját szerkesztés



Megjegyzés: *A Matricaria (kamilla) pollentípushoz tartozik az Achillea (cickafark), Chrysanthemum (krizantém), Anthemis (pipitér), Leucanthemum (margaréta), Tanacetum (margitvirág). Ezek pollenjét biztonsággal elkülöníteni nem lehet a használt fénymikroszkópos módszerekkel.

4. ábra: A begyűjtött virágpor minták faji összetétele 2021.07.20; (két vizsgálati helyszínrre bontva %-os értékben)

Forrás: WESSLING Hungary Kft. Élelmiszervizsgáló laboratórium adatai. Saját szerkesztés

Az eredményeket százalékokra bontva tekintve is hasonló következtetésekre juthatunk. A családok átlagát a 3 mintavételezési napra vetítve elmondható, hogy az 1-es család méhei főként *Helianthus annuus* (36,67%), asztafajok (17,64%), útifűfajok (18,03%), és füzénfajok (16%) pollenjét gyűjtötték, a kukorica aránya összesen 2% volt. A 2-es család méhei elsődlegesen őszirózsafélék családjának (41%) virágait látogatták, de a napraforgó (11,67%), ernyősvirágzatúak rendje (11,37%), és útifűfajok (18,67%) is megemlítendőek még. A 3. család mintáinál a kamilla típusúak (26%) aránya dominált szemben a napraforgóéval (24,33%), de az útifűfajok aránya is magas (19,33%) volt. Logikusan, egy napraforgó táblákkal körülvett méhcsalád esetében ez egy rendhagyó jelenség. A 4. család adatait nézve a *Helianthus annuus* (41%) és az útifűfajok (37,67%) domináltak, illetve a kamilla típusúak (11%) az említésre méltóak még. Az 5. családot tekintve vegyes eredmény született, hiszen útifűfajok (23,33%), csorbókafajok (18,33%), őszirózsafélék családjára (17,33%), és napraforgó (16%), aránya is kiemelhető volt. A 6. kaptár eredményeit elemezve az őszirózsafélék családjának magas aránya (60%) jellemző, és 10% alatt még az útifűfajok, és az ernyősvirágzatúak rendje is jelen volt. Tehát ebből az elemzésből levonhattuk azt a következtetést, hogy a méhcsaládok akár még egy telephelyen belül is eltérő, és fajokat tekintve széles spektrumot látogatnak virágpor gyűjtés céljából (7. táblázat).

Ha a vizsgált napoknak az összevont, és a telephelyekre bontott átlagának pollen vizsgálatait figyeljük meg, szintén érdekes eredményeket látunk. A 2021.07.12-ei mintáknál jól látszik, hogy összességében vegyes képet mutatnak a gyűjtött pollen minták, bár a napraforgó aránya alacsony (20,33%) volt. Településre vetítve pedig Borsodivánkairól elmondható, hogy a legnagyobb mennyiségű virágpor a napraforgó pollen (32%) volt, aminek értéke így is alacsonyabb volt az elvártnál. Ezenkívül az asztafajok, katángfajok, útifűfajok, és a kamilla típusúak virágpora volt jellemző. Ormosbányát tekintve az őszirózsafélék családjára (44,67%) uralkodott, illetve még az útifűfajok voltak jelentősek, ahol a *Helianthus annuus* virágpor aránya például 8,67% volt. A 2021.07.14-ei eredményeknél már kevésbé vegyes képet láttunk, hiszen az útifűfajok (39,17%) domináltak, szemben a napraforgó (9,17%) alacsony eredményével, bár még az őszirózsafélék családjának előfordulása is jelentős (25%) volt. A méhek telephelyén a már említett 2 kategória határozta meg a látogatott növényeket: az őszirózsafélék családjára (50%), és az útifűfajok (26,33%). A vándoroltatott állomány gyűjtéséből az útifűfajoké (52%) volt a meghatározó szerep, emellett a napraforgó (14,33%), és a kamilla típusúak (15,33%) a leggyakoribb fajok. Az utolsó vizsgálati napnál szintén vegyes

képet láttunk, viszont a napraforgó volt a domináns virág (37,67%). Ormosbányára vetítve az őszirózsafélék családja (23,67%), a csorbókafajok (16,33%) és még a napraforgó (19,67%) volt jelentős. Borsodivánkát vizsgálva a napraforgó (55,67%) a domináns virágzó növény, mellette még a füzénfajokat (18%) érdemes említeni (8. táblázat)

A 3 mintavételezési nap átlaga alapján összességében tehát azt állapíthattuk meg, hogy a napraforgó aránya minden családra vetítve alacsony (22,39%), hiszen a vándoroltatott családokra nézve is csupán 34%, míg a telephelyen maradtak esetén volt a legalacsonyabb, 10,78%. Az őszirózsafélék családja (19,72%) és az útifűfajok (21,06%) voltak még meghatározóak a vizsgálat ideje alatt, az elemzett mintákban. A vizsgálatok időszakában tehát Ormosbányán az őszirózsza család (39,44%) tagjai domináltak, Borsodivánkán pedig a napraforgó (34%). Összességében ezek nagyon érdekes, és nem várt eredmények (7. táblázat)

7. táblázat: A begyűjtött virágpor minták faji összetétele %-osan, 3 mintavételezési nap átlaga alapján családokra és vizsgálati helyszínekre bontva

Család száma							Nyomokban = 0,1%		
Összesítés: 3 mintavételezési nap átlaga	1.	2.	3.	4.	5.	6.	Átlag	Borsodivánka	Ormosbánya
Gyűjtött növény pollen (%)									
Asztafajok	17,67	2,00	4,67	0,33	3,67	0,33	4,78	7,56	2,00
Borágófélék családja	0,67	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,11	0,22	0,00
Csorbókafajok	1,33	7,67	6,33	0,03	18,33	1,67	5,89	2,57	9,22
Ernyősvirágzatúak rendje	0,67	11,37	3,00	4,00	0,70	8,67	4,73	2,56	6,91
Füzényfajok	16,00	0,00	2,00	0,00	0,00	0,00	3,00	6,00	0,00
Kamilla típusúak*	4,00	0,00	26,00	11,00	0,03	2,67	7,28	13,67	0,90
Katángfajok	1,00	0,00	10,67	0,00	0,00	0,00	1,94	3,89	0,00
Kender, komló	0,00	0,00	0,00	0,03	0,00	0,00	0,01	0,01	0,00
Kigyószisz	0,00	0,00	0,00	0,00	0,33	0,00	0,06	0,00	0,11
Kukorica	2,03	0,03	0,73	5,00	1,03	0,00	1,47	2,59	0,36
Libatopfajok	0,00	0,03	0,37	0,67	0,03	0,00	0,18	0,34	0,02
Mezei varfű	0,03	0,00	0,00	0,07	0,00	0,00	0,02	0,03	0,00
Napraforgó	36,67	11,67	24,33	41,00	16,00	4,67	22,39	34,00	10,78
Őszirózsafélék családja	0,00	41,00	0,00	0,00	17,33	60,00	19,72	0,00	39,44
Pázsitfű	0,33	0,37	0,33	0,03	3,67	0,00	0,79	0,23	1,34
Réti imolák nemzetsége	0,03	0,00	0,67	0,03	1,00	0,00	0,29	0,24	0,33
Rózsafélék (Sorbus-Rubus formakör)	0,00	0,00	0,00	0,00	10,00	0,00	1,67	0,00	3,33
Somkórófajok	0,00	3,67	0,03	0,00	2,00	5,33	1,84	0,01	3,67
Szarvaskerep	0,00	0,00	0,00	0,00	1,67	6,33	1,33	0,00	2,67
Tárnic	0,00	1,33	0,00	0,00	0,00	0,00	0,22	0,00	0,44
Útifűfajok	18,03	18,67	19,33	37,67	23,33	9,33	21,06	25,01	17,11
Vastövű imola	0,00	0,03	0,00	0,00	0,00	0,33	0,06	0,00	0,12
Meg nem határozott pollen	1,33	2,00	1,67	0,00	2,00	0,67	0,44	1,00	1,56
Összesen (2021.07.12.: 07.14.: 07.20.)	99,80	99,83	100,13	99,87	101,13	100,00	100,13	99,93	100,32

Forrás: WESSLING Hungary Kft. Élelmiszervizsgáló laboratórium adatai. Saját szerkesztés

8. táblázat: A begyűjtött virágpor minták faji összetétele %-osan, mintavételezési napokra, és vizsgálati helyszínekre bontva

Gyűjtött növény pollen (%)	2021.07.12			2021.07.14			2021.07.20		
	Átlag	Borsodivánka	Ormosbánya	Átlag	Borsodivánka	Ormosbánya	Átlag	Borsodivánka	Ormosbánya
Asztfajok	6,83	13,00	0,67	3,83	7,00	0,67	3,67	2,67	4,67
Borágófélék családja	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,33	0,67	0,00
Csorbókafajok	3,67	1,33	6,00	5,85	6,37	5,33	8,17	0,00	16,33
Ernyősvirágzatúak rendje	2,85	0,00	5,70	1,85	0,00	3,70	9,50	7,67	11,33
Füzénfajok	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	9,00	18,00	0,00
Kamilla típusúak*	11,68	21,67	1,70	8,17	15,33	1,00	2,00	4,00	0,00
Katángfajok	5,33	10,67	0,00	0,50	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Kender, komló	0,02	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Kigyószisz	0,17	0,00	0,33	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Kukorica	1,53	3,03	0,03	1,85	3,67	0,03	1,03	1,07	1,00
Libatopfajok	0,52	1,00	0,03	0,03	0,03	0,03	0,00	0,00	0,00
Mezei varfű	0,00	0,00	0,00	0,03	0,07	0,00	0,02	0,03	0,00
Napraforgó	20,33	32,00	8,67	9,17	14,33	4,00	37,67	55,67	19,67
Őszirózsafélék családja	22,33	0,00	44,67	25,00	0,00	50,00	11,83	0,00	23,67
Pázsitfű	1,18	0,70	1,67	1,18	0,00	2,37	0,00	0,00	0,00
Réti imolák nemzettsége	0,00	0,00	0,00	0,18	0,03	0,33	0,68	0,70	0,67
Rózsafélék (Sorbus-Rubus formakör)	4,33	0,00	8,67	0,67	0,00	1,33	0,00	0,00	0,00
Somkórófajok	1,67	0,00	3,33	2,00	0,00	4,00	1,85	0,03	3,67
Szarvaskerep	0,00	0,00	0,00	0,83	0,00	1,67	3,17	0,00	6,33
Tárnic	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,67	0,00	1,33
Útifűfajok	16,17	16,67	15,67	39,17	52,00	26,33	7,85	6,37	9,33
Vastövű imola	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,03	0,17	0,00	0,33
Meg nem határozott pollen	1,33	0,00	2,67	0,00	0,00	0,00	3,00	3,00	2,00
Összesen:	99,95	100,10	99,80	100,33	99,83	100,83	100,10	99,87	100,33

Forrás: WESSLING Hungary Kft. Élelmiszervizsgáló laboratórium adatai. Saját szerkesztés

4.5. Környező területek vizsgálati eredményei

A méhek telephelyét környező 4,5 km-es területekről elmondható, hogy a kísérlet gerincét alkotó napraforgót valóban kis területen termesztettek (5,44%). A méhek repülési zónáját Ormosbányára tekintve 9, Borsodivánkára vetítve 7 település határolta le. A méhek telephelyéről látható, mint ahogy a bevezetőben is említve volt, hogy nagyon alacsony a mezőgazdasági jelenlét (109,32 ha). Érdekes lehet, hogy Szuhogy településen megjelent a méhlegelő, mint hasznosítási forma is bár erről nem tudni pontosan, hogy milyen kultúra lehetett. Láthatjuk, hogy a terület legjellemzőbb földhasznosítása a kaszált (993,58 ha), legeltetett (570,94 ha) állandó gyepek; és a kaszált (162,12 ha), legeltetett (45,41 ha) ideiglenes gyepek, melyeknek aránya összesen több mint 50%. Említésre méltó még a pihentetett földek (parlag) összterületét is hiszen, ha hozzávesszük a gyepekhez, az jól tükrözik a vadvirágok pollen mintáknál megfigyelt magas arányát (7-8. táblázat). A kis területen termesztett kukorica (4,07%) ennek ellenére sok esetben kimutatható volt a virágpor mintákból (9. táblázat).

9. táblázat: Ormosbányát övező területek nagysága, és hasznosításuk

Összeg / Hasznosítás Területe (ha)	Osztócélmű	Felsőnyár	Izsófalva	Jákfalva	Kurtyán	Ormosbánya	Rudabánya	Rudolftelep	Szuhogy	Végösszeg	Százalék
Sorocímek	Felsőkelecsény	Felsőnyár	Izsófalva	Jákfalva	Kurtyán	Ormosbánya	Rudabánya	Rudolftelep	Szuhogy	Végösszeg	Százalék
Állandó gyepek (kaszált)	85,91	60,20	298,50	50,50	80,79	84,23	79,41	102,77	151,26	993,58	32,25%
Állandó gyepek (legeltetett)	43,65	116,96	4,14	81,06	21,62	0,97	84,12	37,18	181,24	570,94	18,53%
Cseres-kocsánytalan tölgyes					32,71					32,71	1,06%
Édeskőmenny (közönséges)						14,02	1,51			15,52	0,50%
Füves here	2,16	38,26		49,88	0,92		2,61			93,83	3,05%
Füves lucerna			1,20	0,69			22,24			24,14	0,78%
Gyertyános-kocsánytalan tölgyes		32,89		40,16						73,05	2,37%
Ideiglenes gyepek (kaszált)	1,82	28,98	49,66	6,21	26,52	2,40	12,68	22,30	11,54	162,12	5,26%
Ideiglenes gyepek (legeltetett)	0,68	12,54	2,02	15,13			10,42	1,27	3,34	45,41	1,47%
Juharos		3,26								3,26	0,11%
Keverék kultúra			1,96				0,00		7,48	9,44	0,31%
Kocsányos tölgyes		24,37								24,37	0,79%
Kocsánytalan tölgyes-cseres								12,97		12,97	0,42%
Konyhakertek					2,02					2,02	0,07%
Körisek		0,00		2,79						2,79	0,09%
Kukorica	18,48	58,96	4,69	6,88	1,34			4,90	30,14	125,38	4,07%
Lucerna	6,19	9,71	6,70	14,49	5,79		27,63		9,50	80,01	2,60%
Méhlegelő									5,66	5,66	0,18%
Napraforgó	48,00	60,33	14,71	26,75	0,08			0,08	17,50	167,45	5,44%
Olajtők			2,58							2,58	0,08%
Őszi árpa	12,49	5,10		51,94			2,67			72,21	2,34%
Őszi búza	16,30	2,86	5,28	2,56			12,06		10,50	49,56	1,61%
Őszi káposztarepce		17,33		0,61						17,93	0,58%
Őszi tritikálé	0,98	2,55								3,53	0,11%
Pihentetett terület (parlag)	34,83	32,08	9,65	0,37	4,42		7,39	0,03	126,35	215,11	6,98%
Sarjatzatásos energetikai célú fás szárú ültetvény				7,52		6,17				13,69	0,44%
Silókukorica	54,79	34,69		0,00	10,55					100,03	3,25%
Spárgatők			9,39							9,39	0,30%
Sütőtök			9,17							9,17	0,30%
Szarvaskerep		10,77	1,26					1,45		13,47	0,44%
Szemescirok									8,47	8,47	0,28%
Szilva		0,44								0,44	0,01%
Szójabab		2,27	8,74							11,01	0,36%
Tavaszi árpa	3,06								8,71	11,77	0,38%
Tavaszi búza	6,93	10,06	1,97						3,92	22,88	0,74%
Tavaszi zab	15,91	0,31	15,78	12,32		1,54		0,05	0,80	46,71	1,52%
Üborka								0,71		0,71	0,02%
Vegyes gyümölcsös			1,30		0,29		1,00		0,97	3,56	0,12%
Vöröshere	1,84	1,80		4,38					11,78	19,80	0,64%
Zöldugor kultúra		0,26	3,47							3,73	0,12%
Végösszeg	354,02	566,97	452,16	366,74	194,57	109,32	263,74	183,70	589,16	3080,38	100,00%

Forrás: Magyar Államkincstár adatai. Saját szerkesztés

A kísérlet másik helyszínének 4,5km-es környezetét vizsgálva láthatjuk, hogy a *Helianthus annuus* kultúrával vetett területek aránya magas (21,11%). Ezeken már jól látszik a mezőgazdaság intenzifikációja vagyis a gyepek, parlagok területének csökkenése, az ipari növények (pl.: őszi káposztarepce, napraforgó) arányának növekedése. A kukoricával vetett területek hányada is magas (7,92%), és szintén sok esetben kimutattuk a virágpor mintákban (7-8. táblázat), mivel a méhek napraforgó virágzáskor hajlamosak látogatni (10. táblázat).

10. táblázat: Borsodivánkát övező területek nagysága, és hasznosításuk

Összeg / Hasznosítás Területe (ha)	Özlopalcímek									
	Borsodivánka	Egerlővő	Mezőkövesd	Négyes	Poroszló	Szentistván	Tiszavalk	Végösszeg	Százalék	
Sorcimkék										
Állandó gyepek (kaszált)	67,97	238,94	230,06	184,58	476,15	111,86	109,11	1418,66	6,68%	
Állandó gyepek (legeltetett)	190,68	12,06	259,29	807,45	937,35	91,29	79,97	2378,10	11,20%	
Alma			0,69					0,69	0,00%	
Angol perje		2,22						2,22	0,01%	
Csemegekukorica		9,89	2,05					11,94	0,06%	
Dió			80,33					80,33	0,38%	
Disznóvénnyel ültetvény				2,31				2,31	0,01%	
Egyéb borszóló szőlőültetvény			0,39					0,39	0,00%	
Energia Miscanthus			12,08					12,08	0,06%	
Fehér mustár				0,65				0,65	0,00%	
Fűves lucerna			1,47	30,11	63,93		0,33	95,84	0,45%	
Hagyományos gyümölcsös körte				1,48				1,48	0,01%	
Hibrid kukorica			25,85					25,85	0,12%	
Ideiglenes gyepek (kaszált)	7,01	2,07	20,91	25,03	6,04	4,87	4,57	70,49	0,33%	
Ideiglenes gyepek (legeltetett)	11,93	0,06			2,58	51,98		66,55	0,31%	
Kajszibarack (sárgabarack)			6,59					6,59	0,03%	
Keverék kultúra				7,02	5,68			12,70	0,06%	
Konyhakertek			0,35				1,19	1,54	0,01%	
Korlender			4,35					4,35	0,02%	
Kukorica	195,98	117,88	407,65	185,69	305,70	409,26	58,31	1680,48	7,92%	
Lucerna	51,46	65,04	198,40	278,44	976,91	84,23	32,51	1687,00	7,95%	
Lucerna zöldtakarmány	13,72		31,82			73,31		118,86	0,56%	
Mák (őszi)			3,57		0,24			3,82	0,02%	
Méhlegelő				14,94			0,78	15,73	0,07%	
Minőségi borszóló ültetvény			30,19					30,19	0,14%	
Napraforgó	216,10	252,40	1829,29	721,34	773,46	584,99	103,40	4480,98	21,11%	
Olajlen			0,72					0,72	0,00%	
Olajretek			0,22					0,22	0,00%	
Olajtök			19,23		12,83			32,06	0,15%	
Olasz perje (szálkás perje)			0,24					0,24	0,00%	
Őszi árpa	85,96	43,29	111,68	148,49	64,68	245,67	33,05	732,81	3,45%	
Őszi búza	205,77	290,82	1952,80	454,25	892,30	295,69	26,37	4118,01	19,40%	
Őszi durumbúza			79,98					79,98	0,38%	
Őszi káposztarepce	82,31	160,14	1314,36	74,51	68,62	48,65	19,12	1767,71	8,33%	
Őszi takarmányborsó				11,07	0,01		1,47	12,56	0,06%	
Őszi tönkölybúza	1,24			77,90	1,02			80,16	0,38%	
Őszi tritikálé	0,11	6,08	25,11	6,75	71,35		14,30	123,70	0,58%	
Őszi zab					15,05			15,05	0,07%	
Őszi zab			6,45					6,45	0,03%	
Pihentetett terület (parlag)	56,23	191,86	340,60	102,33	126,48	45,83	63,28	926,60	4,37%	
Retek		9,00						9,00	0,04%	
Rózsa							1,13	1,13	0,01%	
Silókukorica	11,93							11,93	0,06%	
Szarvaskerep			0,46					0,46	0,00%	
Szemescirok		27,48	24,76	0,09	19,64	55,98	52,38	180,34	0,85%	
Szilva				5,29				5,29	0,02%	
Szöszbübökköny					0,49			0,49	0,00%	
Szudáni cirokfű				2,50				2,50	0,01%	
Tavaszi árpa	0,39	66,13	46,13	53,05	119,20	34,85		319,75	1,51%	
Tavaszi búza			9,22			12,46		21,68	0,10%	
Tavaszi takarmányborsó			18,94	6,77			2,01	27,72	0,13%	
Tavaszi zab	9,71	3,59	26,95	10,30	60,08			110,63	0,52%	
Vegyes gyümölcsös	0,41		8,19					8,60	0,04%	
Zöldugor kultúra	37,91	8,93	30,47	58,23	216,91	64,07	2,07	418,59	1,97%	
Végösszeg	1246,82	1507,88	7161,86	3270,57	5216,69	2215,01	605,35	21224,18	100,00%	

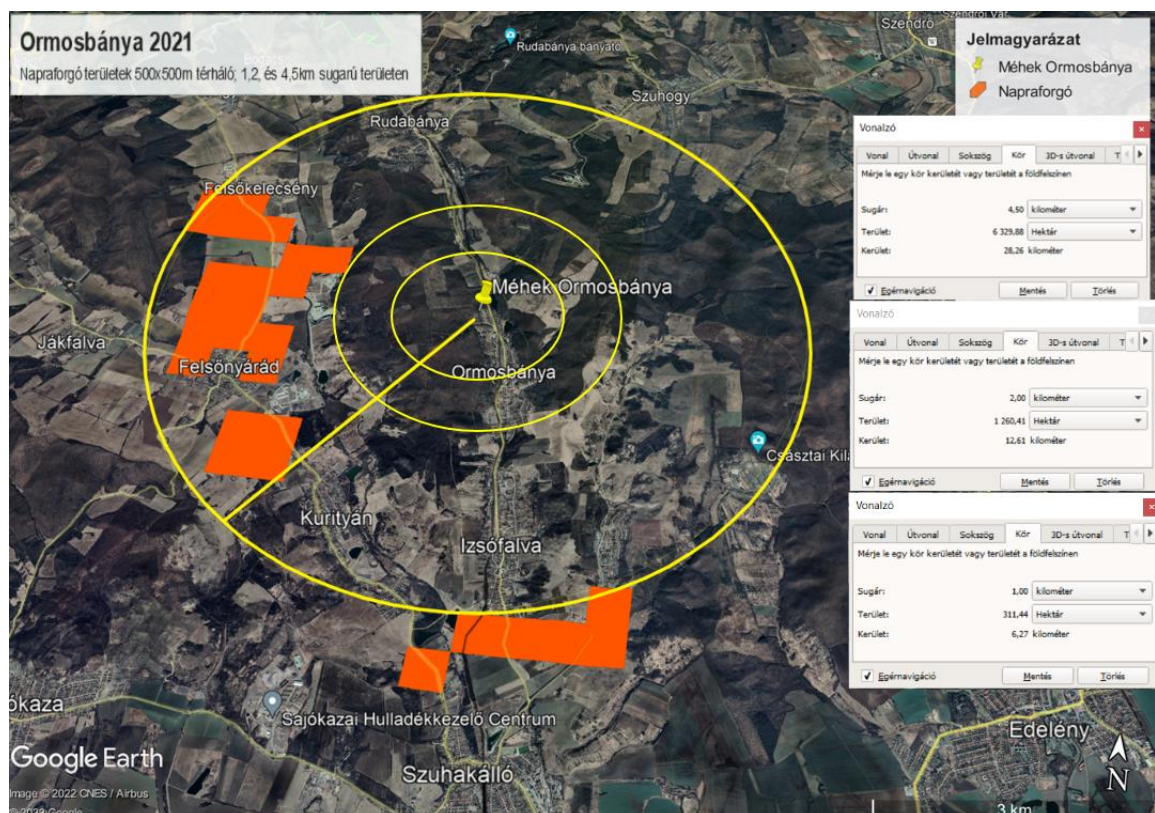
Forrás: Magyar Államkincstár adatai. Saját szerkesztés

A két települést összehasonlítva nagyon jól körvonalazódik, hogy Ormosbánya környékén főként kisebb földterületen (3 ezer ha) és extenzív hasznosítási módok jellemzőek, szemben Borsodivánkával, ahol intenzív kultúrák és a nagy területen (21 ezer ha) végzett mezőgazdasági tevékenység jellemző. A kukoricával vetett földek aránya mind a 2 helyen 10% alatt volt, ennek ellenére kimutatható volt, sok pollenanalitikai mintában. Ennek a vizsgálatokra vetített jelentősége, hogy ez a faj is lehetséges méhmérgezési forrást jelenthet (TÓTH et al., 2014).

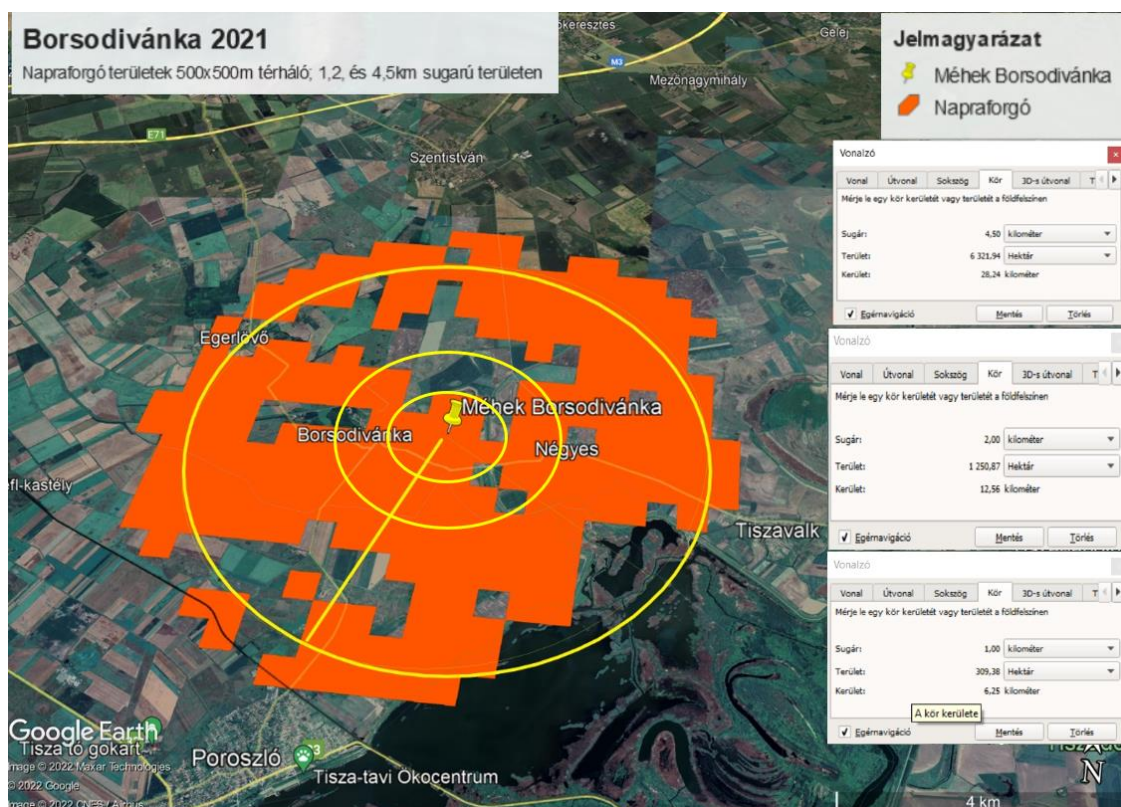
A térinformatikai program segítségével alkotott térképen megfigyelhetjük, hogy Ormosbányán csak a méhek 2 km-es repülési távolságán kívül találtak napraforgó kultúrát, ennek ellenére virágport gyűjtöttek róla (5. ábra). A kukorica kultúrával kapcsolatban is

hasonlót lehet említeni, mivel 2 km-es távolságon kívül volt elérhető, mégis több mintában is kimutatható volt. (7. ábra) Ezek alátámasztják azt a megfigyelést, miszerint a mézelő méhek az erőforrások bőségében nagyjából 2 km-es körzetben, míg hiányban akár 6 km-es körzetben is gyűjtenek élelmet a kolóniájuk körül (TRAYNOR ÉS MTSAL., 2021). A nektár gyűjtés azonban az ott maradt családoknál gyenge lehetett, mivel a kísérlet végére csekély mennyiségű méz állt a családok rendelkezésére. Szemben a vándoroltatott állomány szinte meggyűjtötte a telelő élelmét, ami azt bizonyíthatja, hogy a nagy távolság jelentős mézvesztést okoz.

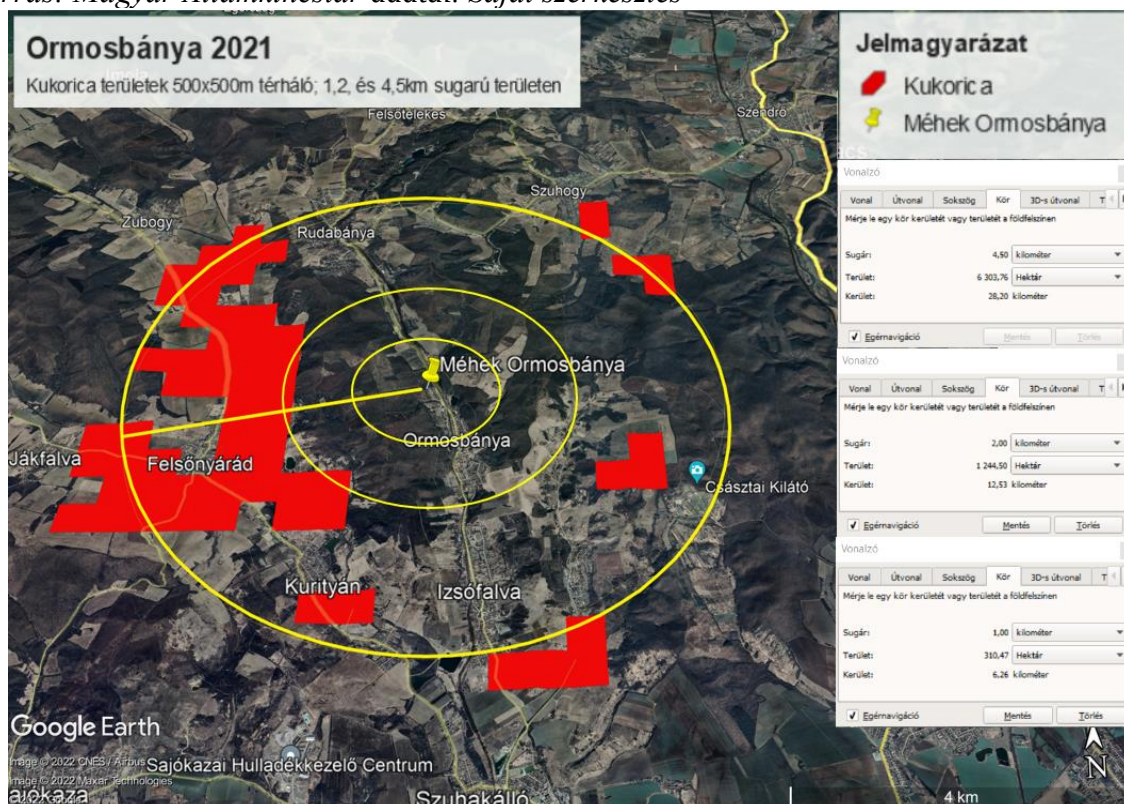
Borsodivánkán látható, hogy a kísérlet számára célzott táblán kívül is bőven volt napraforgó kultúra akár 1 km-es repülési távolságban is (6. ábra). Ez valószínűleg nagymértékben befolyásolhatta a kutatás eredményeit, mivel a napraforgó fajták/hibridek mézelése eltérő, ezenkívül a méhek előnyben részesítik a 24-48 órája nyílt virágokat (ZAJÁ CZ, 2011). A térképről az is látható milyen települések környezik a vizsgálati helyszíneket, mivel ez fontos szempont volt a számszerű kimutatás elkészítésénél. A kukorica kultúráról elmondható, hogy nagy területen volt jelen, már 1 km-es repülési távolságra vetítve is (1. ábra). Ennek jelentősége, hogy a kimutatott inszekticid hatóanyag (acetamiprid), illetve más szerek is a kukoricaföldekre is ugyanúgy kijuttathatók (TÓTH et al., 2019).



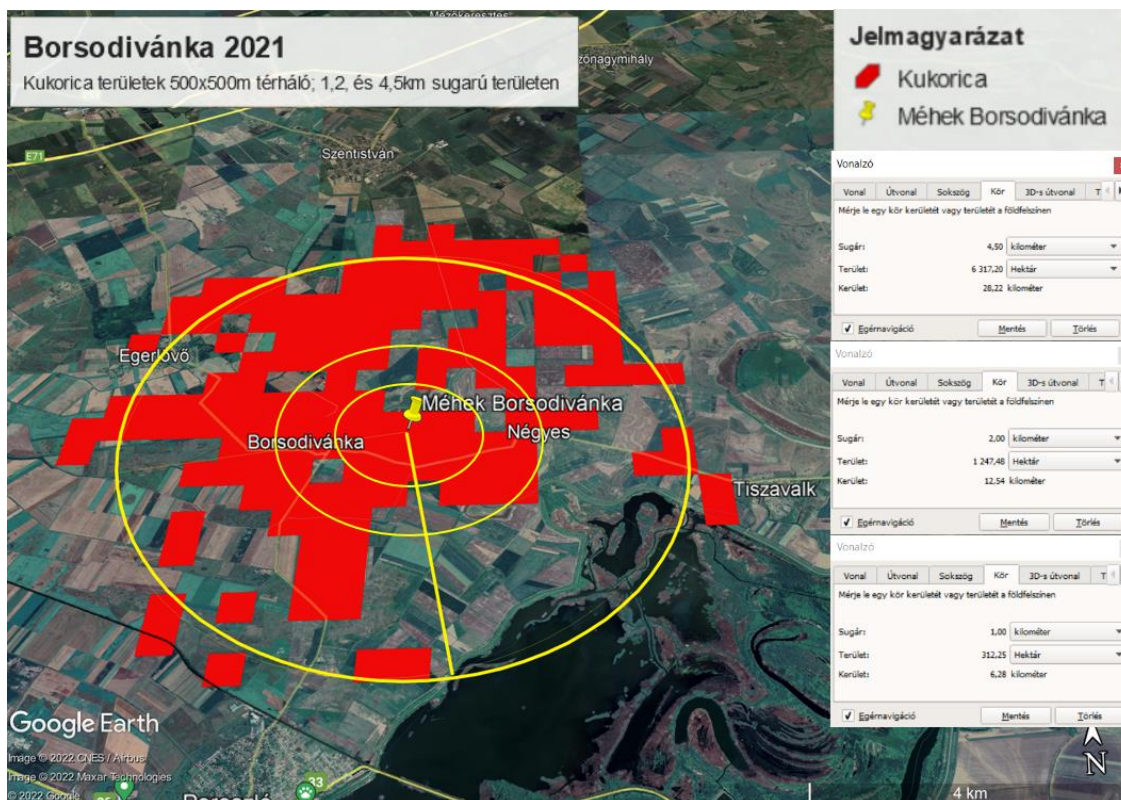
5. ábra Napraforgó területek Ormosbányán a méhek fontos repülési zónáival
 Forrás: Magyar Államkincstár adatai. Saját szerkesztés



6. ábra Napraforgó területek Borsodivánkán a méhek fontos repülési zónáival
 Forrás: Magyar Államkincstár adatai. Saját szerkesztés



7. ábra: Kukorica területek Ormosbányán a méhek fontos repülési zónáival
 Forrás: Magyar Államkincstár adatai. Saját szerkesztés



1. ábra: **Kukorica területek Borsodivánkán a méhek fontos repülési zónáival**

Forrás: Magyar Államkincstár adatai. Saját szerkesztés

4.6. Az időjárás hatásai

A vizsgált időszak időjárási eredményeiről elmondhatjuk, hogy a maximum hőmérséklet nézve szinte minden nap alkalmas volt a méhek számára, hiszen 30 °C körül alakult, ami optimális a méhek számára (MORVA, 1977). Viszont az éjjeli hőmérséklet sok esetben ment 18°C alá: Borsodivánka környékén 5, míg Ormosbánya körzetében 13 alkalommal, ami nem tesz jót a napraforgó nektártermelésének (ZAJÁ CZ, 2011). A megfigyelt időintervallum alatt a relatív páratartalom is ideális volt: 60-70% között, míg a méhek vándortanyája körül 6 nap alatt esett 26,40 mm eső. Ebből érdekes lehet, hogy ebből két nap a napraforgó kultúra inszekticid és fungicid kezelése előtti, és utáni napra esett. Ormosbányán szintén 6 alkalommal, ugyanazokon a napokon, de összesen 56mm csapadék esett. Ennek jelentősége, hogy ezeken a napokon valószínűleg nem volt érdemi gyűjtése a méheknek, továbbá elmosódhatott a virágpor. A szélsőségek hatásairól elmondhatjuk, hogy Ormosbánya körzetében annak domborzati helyzete miatt sokkal enyhébb volt, ami biztos pozitívan hatott a méhek szabadban végzett tevékenységeire. (ZAJÁ CZ, 2011) (11. táblázat).

11. táblázat: Meteorológiai eredmények a két vizsgált helyszínen; 2021.07.06-2021.07.25.

Vizsgált település:	Borsodivánka	Dátum:	2021.07.06-2021.07.25	Meteorológiai állomás:	Poroszló (54309,51)		
Sorcímkék	Átlag / Átlaghőmérséklet (C°)	Átlag / Szélsebesség (m/s)	Összeg / Csapadékösszeg (mm)	Átlag / Relatív nedvesség (%)	Hőmérséklet maximum(C°)	Hőmérséklet minimum(C°)	Hőmérséklet összeg(C°)
<2021.07.01							
júl	24,74	2,18	26,40	66,59			
06.júl	24,65	1,62	0,00	62,63	31,20	16,00	591,70
07.júl	26,60	1,80	0,00	59,75	33,40	18,40	638,30
08.júl	27,92	1,85	0,00	60,50	34,50	20,20	670,10
09.júl	27,43	2,04	0,20	64,33	31,60	22,60	658,30
10.júl	25,33	1,93	11,60	71,04	31,20	20,10	608,00
11.júl	24,05	2,60	0,00	72,13	31,30	19,10	577,20
12.júl	24,05	2,27	2,90	70,25	32,10	17,10	577,20
13.júl	25,98	1,82	0,00	70,04	33,40	18,50	623,50
14.júl	28,40	2,05	0,00	61,08	34,90	21,50	681,60
15.júl	25,73	2,07	1,50	71,42	30,30	21,30	617,40
16.júl	23,89	1,89	0,00	75,63	29,10	18,70	573,40
17.júl	25,70	2,21	0,00	69,17	30,40	20,60	616,80
18.júl	26,15	2,67	0,00	65,46	33,10	18,40	627,50
19.júl	22,64	3,38	4,00	78,17	24,70	20,90	543,30
20.júl	22,13	3,15	6,20	68,50	27,20	16,80	531,20
21.júl	20,60	2,06	0,00	72,21	26,00	14,20	494,50
22.júl	22,40	2,06	0,00	60,71	26,40	18,70	537,70
23.júl	22,73	1,80	0,00	61,29	27,60	18,60	545,40
24.júl	23,56	1,81	0,00	61,33	30,20	15,60	565,40
25.júl	24,92	2,56	0,00	56,08	31,60	16,10	598,10
Végösszeg	24,74	2,18	26,40	66,59	34,90	14,20	11876,60
Minimum	20,60	1,62	0,00	56,08			
Maximum	28,40	3,38	11,60	78,17			

Vizsgált település:	Ormosbánya	Dátum:	2021.07.06-2021.07.25.	Meteorológiai Állomás:	Edelény (52309, 51)		
Sorcímkék	Átlag / Átlaghőmérséklet (C°)	Átlag / Szélsebesség (m/s)	Összeg / Csapadékösszeg (mm)	Átlag / Relatív nedvesség (%)	Hőmérséklet maximum (C°)	Hőmérséklet minimum (C°)	Hőmérséklet összeg (C°)
<2021.07.01							
júl	23,19	1,27	56,00	70,40			
06.júl	23,16	0,96	0,00	64,50	31,50	14,00	555,90
07.júl	24,58	0,73	0,00	62,21	34,10	14,60	589,80
08.júl	26,31	1,20	0,00	60,63	34,80	16,40	631,40
09.júl	25,80	2,11	0,00	67,13	31,70	19,20	619,20
10.júl	24,95	1,70	16,10	70,96	31,50	19,80	598,90
11.júl	22,00	1,41	11,50	80,75	30,10	17,70	527,90
12.júl	22,96	1,62	14,10	73,88	31,30	15,20	551,10
13.júl	24,13	1,33	0,00	74,38	32,20	16,40	579,00
14.júl	25,98	1,03	0,00	70,38	33,20	18,90	623,60
15.júl	24,29	1,27	1,50	78,38	28,40	19,80	582,90
16.júl	23,97	1,15	0,00	75,29	30,10	18,00	575,20
17.júl	25,60	1,33	0,00	71,25	32,10	19,50	614,50
18.júl	24,16	1,63	0,00	73,88	33,20	18,20	579,80
19.júl	20,93	1,70	7,90	83,88	25,00	17,40	502,30
20.júl	20,84	1,95	4,90	70,50	25,10	15,90	500,20
21.júl	18,84	0,94	0,00	72,25	23,90	14,50	452,20
22.júl	19,90	0,15	0,00	64,92	24,00	16,10	477,70
23.júl	21,43	0,54	0,00	61,13	27,70	16,60	514,30
24.júl	21,81	1,38	0,00	64,96	29,60	13,50	523,40
25.júl	22,24	1,32	0,00	66,71	30,40	14,00	533,70
Végösszeg	23,19	1,27	56,00	70,40	34,80	13,50	11133,00
minimum	18,84	0,15	0,00	60,63			
maximum	26,31	2,11	16,10	83,88			

Forrás: Országos Meteorológiai Szolgálat adatai. Saját szerkesztés

A napi számított napfénytartam órákat tekintve elmondhatjuk, hogy nagyon hasonló a két vizsgált helyszín környéke. Itt is remekül látszik mely napokon esett az eső, hiszen ezeken alacsony volt a napsütéses órák száma. Érdekes, hogy 2021.07.19-én összesen 1-2 óra között sütött a nap, és a vizsgálat kezdetén pedig 14 órát, ami a nagy differencia miatt hatással lehet a méhek gyűjtésére és a napraforgó mézelésére (12. táblázat). Ezeknek az állomásoknak az elhelyezkedése természetesen nem egyenlő a vizsgálat helyszíneivel, azonban kiindulási pontot jelenthetnek a kutatáshoz. Borsodivánka és a Poroszlói meteorológiai állomás között például 9,33 km a távolság légvonalban, míg az Eger Tanárképző Főiskola (napfénytartam adatok forrása) távolsága 31,41 km. Ormosbánya és az Edelényi meteorológiai állomás között szintén 9,33 km, míg a Miskolc Diósgyőr Tűzoltó Laktanya (napfénytartam adatok forrása) közti távolság 20,26 km.

12. táblázat: Napi számított napfénytartam órák a két helyszínen; 2021.07.06-2021.07.25.

Dátum	2021.07.06-2021.07.25																									Napi számított napfénytartam																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
	Oszlop címkék																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													

Forrás: Országos Meteorológiai Szolgálat adatai. Saját szerkesztés

A kísérlet második periódusának időjárás adatai jelen esetünkben, miszerint nem történt veszteség és a kísérlet nem lett megismételve, nem relevánsak. Év elején a tisztulórepülések 10-12 °C léghőmérsékletben kezdődnek (VINCZE 2021), tehát láthatjuk, hogy már januárban elvégezték az elsőket. Illetve mivel 10 °C felett aktívak a méhek, a vizsgált kolóniák még november elején is vihettek át fertőzést idegen családoktól. A nagy hidegek nem befolyásolták a telelést, hiszen a méhek -40°C-t is elviselnek télen (VINCZE 2021). Tehát nem meglepő, hogy a téli időjárás tulajdonképpen nincs túl nagy hatással a méhek telelésére (AGROKÉP, 2022). Sajnos az idevágó táblázat már a terjedelmi követelmények miatt nem került elhelyezésre.

5. KÖVETKEZTETÉSEK ÉS JAVASLATOK

5.1. Következtetések

A monitoring vizsgálat eredményeképp végső soron szerencsére nem talákoztunk súlyos méhelhullással, család veszteséggel, mászkáló méhekkkel, még legyengült családokkal sem. Tapasztalatainkat a kísérlet eredményei is alátámasztották, hiszen a fiasítások számában és mennyiségében (2. táblázat; 3. táblázat), továbbá a kórokozók, kártevők (4. táblázat; 5. táblázat) jelenlétében sem tapasztaltunk szignifikáns különbséget a vizsgált helyszínek, és családok eredményeiben. Azonban ennek ellenére sok érdekességgel, rendhagyó eredménnyel szembesültünk, melyek a későbbi kutatások számára releváns információt jelenthetnek.

A kórtani vizsgálatokat tekintve érdekes, hogy a családok minden esetben Nosema-fertőzöttek voltak (alacsony vagy közepes mértékben), azonban ennek nem lett súlyos hatása a családokra. Sőt azt tapasztaltuk, hogy a Borsodivánkára került méhek esetén a kísérlet végére javuló tendencia volt megfigyelhető ezen a téren, míg a kontroll családoknál ezt nem tapasztaltuk. Ebből arra tudunk következtetni, hogy virágzó kultúrában végzett intenzív hordás, vagyis a fokozott munka pozitív hatással van a Nosema-fertőzöttség leküzdésére, a megfelelő körülmények (pl.: alacsony atkafertőzöttség, nem kimutatható mérgezés) között. Illetve szokatlannak nevezhető a magas mérgezésre utaló jelek aránya és értéke, amelyek feltételezésem szerint 2 oka lehet.

- Elsősorban a mintavételezéskor még élő méhek fagyasztása okozhatta, ha pedig ez igaz, akkor ilyen mintavételezés mellett erre a paraméter vizsgálatra nem alkalmas ez a módszer.
- Másodsorban mivel amitráz tartalmú ködölésben volt része az állománynak az akác virágzásától június 15-ig, ennek az utóhatása lehet háttérben a magas értékeknek.

A második elmélet ellen viszont ellenérvként felhozható, hogy a kísérlet végén is mindössze átlagban 8%-al volt alacsonyabb azoknak a méheknek az aránya akiknél a mérgezésre utaló jeleket tapasztaltuk, pedig ekkora már valószínűsíthetően elhullott a szerrel érintkezett méhek nagyrésze. Ezen eshetőség mellett szól azonban a tény, hogy a túlzott amitráz használat nosemosis elhatalmasodását okozhatja (TÓTH et.al., 2019), és esetünkben minden kolónia fertőzött volt (4.;5.táblázat) Az is említésre méltó, hogy nem nőtt az atkák száma a vándorlás során, tehát nem tudtuk igazolni azt a hatást, amikor más méhészetekből származó idegen atkák fertőzik meg az adott állományt (CSABA et al., 2016).

A kémiai eredményt tekintve pozitívnak mondható, hogy Ormosbányán semmilyen hatóanyag nem lett kimutatva (6. táblázat) annak ellenére, hogy a környező területeken kukorica, és napraforgó kultúrák voltak (5. ábra; 6. ábra), és ezekről virágport is gyűjtöttek a családok (7-8. táblázat). A Borsodivánkán tapasztalt eredmények magyarázatot kívánnak maguk után, hiszen olyan hatóanyagok lettek kimutatva, melyeket az adott táblán nem használtak, szemben a lejelentett szerekkel, amiket nem találtunk a mintákban. Ennek az egyik lehetséges oka az lehet, hogy a méhek vadvirágokat és más táblákat látogattak inkább, amit alátámasztanak a pollenvizsgálat eredményei (2. ábra; 3. ábra; 4. ábra) is. Másik oka a különböző napraforgó fajták/hibridek eltérő mézelése, amik közül a méhek válogathatnak egy területen belül. Attól eltekinthetünk, hogy nappali permetezés miatt hurcolták a kaptárba a hatóanyagokat, mivel mind a 3 mintavételezési nap során kimutathatóak voltak. Ezenkívül lehetséges, hogy a valóságban tényleg olyan szereket használtak, amely tartalmazta a kimutatott hatóanyagokat. Megemlítenem még, hogy az OMME, a Nébih és a Magyar Növényvédő Mérnöki és Növényorvosi Kamara is ezen a vidéken, pontosabban Mezőkeresztesen 2021.07.13-án végzett mintavételezést napraforgó virágból negatív eredményekkel (TÓTH et al., 2021). Fontos megjegyezni, hogy a vizsgált minták nagyjából fele nem tartalmaz semmilyen kimutatható szermaradékot (TÓTH et al., 2019; TÓTH et al., 2020). Egyéb forrás, ahonnan a fungicid anyagok származhatnak: a pocsolyák, folyások, méhek számára fellelhető vízforrások is lehetnek, azonban ilyen jellegű mintavételezést sajnos nem végeztünk (CSABA et al., 2018). Egyes kísérletek szerint ezek a hatóanyag kombinációk (acetamiprid, difenokonazol, azoxistrobin) bizonyos körülmények mellett előidézhetik a méhek rendellenes viselkedését, melyet kórtani problémák súlyosbíthatnak (TÓTH et al., 2021). Ezen eredmények tudatában azt a következtetést vonhatjuk le, hogy szemben az említett kutatásokkal, a megfelelő egészségügyi állapotban lévő méhcsaládok esetén az acetamiprid, azoxistrobin, difenokonazol

hatóanyag kombinációk nem okoznak súlyos károkat a mézelő méheknek. Ennek jelentősége abban rejlik, hogy az OMME már több kiadványában (CSABA et al., 2016; CSABA et al., 2017) bebizonyította, hogy a méhekre nem jelölésköteles szerek együttes hatása nem minden esetben kockázatmentes, és vizsgálták ezek szinergista hatásait is. Bizonyították, hogy ugyan nem pusztultak el a méhek, de egy jó részük munkára alkalmatlanná válhat, illetve sok esetben a helyesen szabályokat betartott kezelések is okozhatnak méhészeti károkat (CSABA et al., 2016). A környező kukoricatáblákról gyűjtött pollen esetünkben nem tartalmazott semmilyen növényvédőszert, bár korábbi tanulmányok során a klórpírifosz (szerves foszforsavészter) mint méhekre kifejezetten kockázatos szert, gyakran találtak a mintákban (CSABA et al., 2015). Ennek a szernek 2020-ban a felhasználását betiltották hazánkban, ám ennek ellenére még sok helyen előfordult (TÓTH et al., 2021), de ezzel bizonyítottuk, hogy a kutatás területein a gazdák betartották a korlátozásokat. A viaszmintákból kimutatott az országban nem használt szermaradékokból (6. táblázat) láthattuk, hogy valószínűleg külföldről származhatott a műlépgyártás alapjául szolgáló viasz. Illetve a piperonil-butoxid szermaradék még arra enged következtetni, hogy valamilyen moly/légyirtó szerrel kezelték a sonkolyt (sonkoly=viasz feldolgozás előtti állapota) (TÓTH et al., 2019).

A pollenanalitikai (botanikai) eredmények tekintetében egy már többször bizonyított, ám mégis hihetetlennek tűnő eredményt kaptunk. Arról beszélhettünk, hogy a napraforgó virágzásának idején a méhcsaládok teljesen más növényekről gyűjtenek virágport nagy mennyiségben, mint például útifűfajokról (CSABA et al., 2018). Az eredményeink ezt alátámasztják, azonban ennek oka nagyon sokrétű lehet (7-8. táblázat). Hiszen utalhat ez arra, hogy nem jól mézelő napraforgófajták voltak a területen, ami ellen viszont az szólt, hogy a méhek nagyjából 10 kg/család méz többletet gyűjtöttek Borsodivánkán. Ormosbányán egyértelműbb volt ez a jelenség, hiszen 2 km-es távolságon kívül találtak a *Helianthus annuus* növényből (5. ábra). Ezenkívül az időjárási elemek szólhattak még közbe a napraforgó mézelésébe, hiszen esetünkben problémát okozhatott az éjjeli 18 °C alá süllyedt hőmérséklet (Ormosbányán 13 esetben, Borsodivánkán 5 esetben), ami kedvezőtlen a napraforgó számára (11. táblázat). Egy másik ok lehet, az Andrada és munkatársai 2004-ben megjelenő kutatásának eredménye, mely ezt a jelenséget azzal igazolta, hogy a méhek a növények virágporának fehérjetartalma alapján is válogatnak (ANDRADA et al, 2004). Az is könnyen előfordulhat, hogy mivel még csillagbimbós/nyiladozó állapotban érkeztek a családok a napraforgó

táblához a méhek, ezért más jobban virágzó táblára tájoltak át, mivel jobban kedvelik a 24-48 órája nyílt virágokat (ZAJÁ CZ, 2011).

A területekről és elhelyezkedésükről kapott eredményekből arra következtethetünk, hogy esetleges mérgezések kinyomozásakor ezek az adatok nagy segítséget tudnak nyújtani. Hiszen, ha tudjuk a méhek repülési távolságát, pontosabban fel lehet mérni a vizsgálandó területek hollétét. Az időjárás hatásai közötti összefüggések már említésre kerültek több esetben, illetve az eredmények résznél is kitérőre kerültek.

5.2. Javaslatok

Elsősorban szükség lenne mind Magyarországon, mind a világon több szántóföldi vagy zárt rendszerű monitoring vizsgálatra, melyeknél a lehető legtöbb információt veszik alapul, hogy pontosabb képet kaphassunk a veszélyforrásokról. Hazai viszonyok között láthatjuk, hogy egyre több ilyen kezdeményezés folyik az OMME, a NÉBIH és a Magyar Növényvédő Mérnöki és Növényorvosi Kamara részéről is, mivel folyamatos mintavételezések, vizsgálatok folynak napjainkban is. Külön kiemelném az utóbbi pár évben lezajló zárt rendszerű kísérleteket, melyeket a méhészeti egyesület támogatott, és így teljesen kontrollált körülmények között tesztelhettek gyanús jelenségeket. Azonban ezek hátránya, hogy nem teljesen reprezentálják a valós környezetben előforduló kombinált hatásokat. Ezenkívül nagyon sok hasznos tapasztalat gyűlt össze a már 2007 óta tartó méhcsaládpusztulások, és a méheket érintő stresszfactorok megfigyelése és vizsgálata során a Magyar Méhészeti Nemzeti Program Környezetterhelési Monitoringvizsgálat keretein belül is.

A jövő a kémiai szerek óvatosabb használatát igényli előzetes vizsgálatok alapján, és gondos kockázatértékelés és engedélyezés révén. A gazdálkodók és általában a felhasználók oktatására, az ökoszisztémák jobb védelmét célzó intézkedésekre is nagy hangsúlyt kell fektetni (CARVALHO, 2017). A korszerű technológiák elterjedése hozhat megoldást a túlzott növényvédőszer felhasználásra, mivel megkönnyítenék a megfigyeléseket, az elvégzendő munkákat pontosabbá tennék. Egy jó példa a precíziós növényvédelem, amely egy nagyon pozitív lépés a fenntarthatóbb gazdálkodás felé, hiszen segítségével a növényvédőszerek, műtrágyák kijuttatása pontosabbá, célzottabbá és okszerűbbé válhat. A technológia hatására a költségek, és a környezet terhelése is csökkenne, ezáltal a gazdáknak és a természetvédőknek is érdeke lenne támogatni. Üzemre vetítve akár 30-60%-os peszticid megtakarítás lenne elérhető, és 10-35%-al csökkenne környezet terhelés (TAKACS – GYORGY, 2010).

Tehát a jövőre tekintve fontos lesz megoldásokat találni, ha továbbra is szakítani akarunk a jelenlegi beporzókra káros növényvédelmi technológiákkal. A növekvő népesség, a migrációk, és az éghajlatváltozás mezőgazdaságra gyakorolt hatásai együtt egyre égetőbb kérdéssé teszi az élelmezés biztosítását (CARVALHO, 2017). Erre megoldások lehetnek a precíziós növénytermesztés (TAKACS – GYORGY, 2010), a GMO növények és a biológiai gazdálkodás (CARVALHO, 2006), a rezisztencia nemesítés a kórokozók ellen (JUHÁSZ, 2022). Továbbá amerikai eredmények alapján a méhkímélő technológiák bevezetése minden növényvédőszerre, és ezek szinergista hatásainak vizsgálata, a toxikus keverékek szabályozása érdekében (TÓTH et al., 2021).

ÖSSZEFOGLALÁS

A napraforgó kultúrának világszerte és hazánkban is hatalmas jelentősége van, amit láthatunk a vetésterületnek nagyságából és terméseredményeiből.

A házi méhek populációi csökkenőben vannak, ami aggodalomra ad okot. Sajnos 2022 tavaszára mintegy 200 000 méhcsalád elpusztult és ugyanennyi legyengült a tél során hazánkban, ezenkívül évről-évre jelentkeznek méhpusztulások, mérgezések. Rengeteg külső stressz faktor van hatással méhekre a növényvédőszereken kívül ezért nehéz pontos diagnózist kialakítani ilyen eseteknél. Ilyen faktorok lehetnek kórokozók, kártevők, predátorok, globális klíma változás, légszennyezés és a méhészek hibáit se szabad kihagyni.

Kutatásom célja az volt, hogy ennek az összetett problémának a megoldásához hozzájárulhassak valamilyen módon. Sajnos elmondhatjuk, hogy a méhészek, gazdák és a növényvédőszer forgalmazók közötti nézeteltéréseknek komoly köze van a méhpusztulásokhoz, és a növényvédelemhez. Azonban jövőre tekintve elengedhetetlen az együttműködésük, megértésük egymás felé. Ezért választottam a munkám módszerének egy hosszabb távú monitoring vizsgálatot, hogy így letális és szubletális hatásokat is figyelembe lehessen venni.

Eredmények születtek a családok fiasításának mennyiségéről, kórtani állapotáról, a gyűjtött pollen botanikai és kémiai összetételéről. A kutatás teljességéhez még a környező kultúrák területi adatait és időjárási adatokat dolgoztam fel. Az eredményekből annak ellenére, hogy méhészeti kár nem keletkezett, sok érdekes tapasztalatot lehetett levonni. Bizonyítást nyert a minták növényfaji elemzéséből, hogy a méhek törekednek a változatos pollengyűjtésre, még nagy területű könnyen elérhető virágporforrás mellett is. A kémiai vizsgálatokból láthattuk, hogy sok esetben már alapvetően szennyező kémiai vegyületek kerülnek a családokhoz műlép által. Illetve bizonyos szerek egymással párhuzamos kijuttatása sem okoz komoly méhészeti károkat.

Összességében azt a következtetést vonhatjuk le, hogy a megfelelő egészségügyi állapotban lévő méhcsaládok esetén az acetamiprid, azoxistrobin, difenokonazol hatóanyagok kombinációja nem okoznak súlyos károkat a mézelő méhek kolóniai számára. Dolgozatom alátámasztja, hogy a napraforgó kultúra helyes és szabályos növényvédelme, egészséges családok, és optimális időjárási viszonyok esetében a kísérletben használt peszticidek (Pictor, BASF; Autentic, NIPPON SODA) mellett nem rejt súlyos kockázatokat a mézelő méhekre. További kutatások indokoltak lehetnek, a nem várt eredmények validálása érdekében.

IRODALOMJEGYZÉK

- Agrárközgazdasági intézet (2022): Növényvédőszer értékesítése 21. évfolyam 1.szám 2022. Évente megjelenő kiadvány 15p
- Aktar, W., Sengupta, D., & Chowdhury, A. (2009). Impact of pesticides use in agriculture: Their benefits and hazards. *Interdisciplinary Toxicology*, 2(1), 1–12. <https://doi.org/10.2478/v10102-009-0001-7>
- Andrada, A. C., & Tellería, M. C. (2005). Pollen collected by honey bees (*Apis mellifera* L.) from south of Caldén district (Argentina): botanical origin and protein content. *Grana*, 44(2), 115-122.
- Benedek, C., & Veresné Bálint, M. (2022). A propolisz jellemzői és felhasználási lehetőségei. *Élelmiszervizsgálati Közlemények*, 68(3), 4020–4027. <https://doi.org/10.52091/EVIK-2022/3-4-HUN>
- Bennett, A. B., & Isaacs, R. (2014). Landscape composition influences pollinators and pollination services in perennial biofuel plantings. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 193, 1–8. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2014.04.016>
- Bihaly, Á., Vaskor, D., Lajos, K., & Sárospataki, M. (2018). Agrártájba ékelődött természetközeli élőhelyfoltok hatása a napraforgót megporzó rovar együttesekre. *Tájökológiai Lapok*, 16(1), 45-52.
- Carvalho, F. P. (2006). Agriculture, pesticides, food security and food safety. *Environmental Science & Policy*, 9(7), 685–692. <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2006.08.002>
- Carvalho, F. P. (2017). Pesticides, environment, and food safety. *Food and Energy Security*, 6(2), 48–60. <https://doi.org/10.1002/fes3.108>
- Celli, G., & Maccagnani, B. (2003). Honey bees as bioindicators of environmental pollution. *Bulletin of Insectology*, 56(1), 137-139.
- Csaba Gy., Rusvai M., Deákné Paulus P., Péntes B., Fail J., Szabó Á., Véték G., Hampuk G., Lászlóffy Zs., Tóth P. (2016). Környezetterhelési monitoringvizsgálat, 2015-2016. Országos Magyar Méhészeti Egyesület, Budapest 74p. ISSN 2062-9915
- Csaba Gy., Rusvai M., Paulus P., Péntes B., Fail J., Szabó Á., Hampuk G., Lászlóffy Zs., Tóth P. (2015). Környezetterhelési monitoringvizsgálat, 2014-2015. Országos Magyar Méhészeti Egyesület, Budapest 57p. ISSN 2062-9915
- Csaba Gy., Rusvai M., Paulus P., Péntes B., Fail J., Szabó Á., Véték G., Hampuk G., Lászlóffy Zs., Horváth G., Tóth P. (2017). Környezetterhelési monitoringvizsgálat, 2016–2017. Országos Magyar Méhészeti Egyesület, Budapest 78p. ISSN 2062-9915
- Csaba Gy., Rusvai M., Paulus P., Péntes B., Fail J., Szabó Á., Véték G., Hampuk G., Lászlóffy Zs., Horváth G., Nyerges G., Tóth P. (2018). Környezetterhelési monitoringvizsgálat, 2017–2018. Országos Magyar Méhészeti Egyesület, Budapest 86p. ISSN 2062-9915
- de Miranda, J. R., & Genersch, E. (2010). Deformed wing virus. *Journal of Invertebrate Pathology*, 103, S48–S61. <https://doi.org/10.1016/j.jip.2009.06.012>
- Ebeling, J., Knispel, H., Hertlein, G., Fünfhaus, A., & Genersch, E. (2016). Biology of *Paenibacillus* larvae, a deadly pathogen of honey bee larvae. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 100(17), 7387–7395. <https://doi.org/10.1007/s00253-016-7716-0>
- FAO (2022): Agricultural production statistics 2000–2020. Agricultural publication-15p
- Farkas, Á., & Zajác, E. (é. n.). Nectar Production for the Hungarian Honey Industry. 27.
- Feketéné Ferenczi, A., Szűcs, I., & Vida, V. (2021b). A hazai méhészeti ágazat helyzetének elemzése (termelés, kereskedelem). *Táplálkozásmarketing*, 8(2), 21–34. <https://doi.org/10.20494/TM/8/2/2>
- Feketéné Ferenczi, A., Szűcs, I., & Vida, V. (Szerk.). (2021a). Családi gazdasági keretek között működő méhészeti vállalkozás üzemtani vizsgálata. *GAZDÁLKODÁS: Scientific Journal on Agricultural Economics*. <https://doi.org/10.22004/ag.econ.312085>

- Földesi, R., Kovács-Hostyánszki, A., Kőrösi, Á., Somay, L., Elek, Z., Markó, V., Sárospataki, M., Bakos, R., Varga, Á., Nyisztor, K., & Báldi, A. (2016). Relationships between wild bees, hoverflies and pollination success in apple orchards with different landscape contexts: Importance of wild pollinators in apple orchards. *Agricultural and Forest Entomology*, 18(1), 68–75. <https://doi.org/10.1111/afe.12135>
- Gashout, H. A., Guzman-Novoa, E., & Goodwin, P. H. (2020). Synthetic and natural acaricides impair hygienic and foraging behaviors of honey bees. *Apidologie*, 51(6), 1155–1165. <https://doi.org/10.1007/s13592-020-00793-y>
- Gulyás S. (1981): A napraforgó mézelése. *Méhészet*, 29 (7) 127.
- Gyarmati G., & Mizik T. (2022). A biodízel-termelés gazdasági és fenntarthatósági vizsgálata szakirodalom-elemzéssel. *Közgazdasági Szemle*, 69(5), 643–669. <https://doi.org/10.18414/KSZ.2022.5.643>
- Hevia, V., Bosch, J., Azcárate, F. M., Fernández, E., Rodrigo, A., Barril-Graells, H., & González, J. A. (2016). Bee diversity and abundance in a livestock drove road and its impact on pollination and seed set in adjacent sunflower fields. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 232, 336–344. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2016.08.021>
- Hristov, P., & Radoslavov, G. (2016). Integration of Molecular and Genetic Methods in the Investigation of the Biodiversity of the Honey Bee (*Apis Mellifera* L., Hymenoptera: Apidae) and Diagnosis of Diseases of Economic Importance Affecting the Bees and their Brood in Bulgaria. *Journal of Stem Cell Research & Therapy*. <https://doi.org/10.4172/2157-7633.1000364>
- Idrissou, F. O., Huang, Q., Yañez, O., & Neumann, P. (2019). International beeswax trade facilitates small hive beetle invasions. *Scientific Reports*, 9(1), Art. 1. <https://doi.org/10.1038/s41598-019-47107-6>
- Iorizzo, M., Letizia, F., Ganassi, S., Testa, B., Petrarca, S., Albanese, G., Di Criscio, D., & De Cristofaro, A. (2022). Recent Advances in the Biocontrol of Nosemosis in Honey Bees (*Apis mellifera* L.). *Journal of Fungi*, 8(5), Art. 5. <https://doi.org/10.3390/jof8050424>
- Jamal, Z. A., Abou-Shaara, H. F., Qamer, S., Alhumaidi Alotaibi, M., Ali Khan, K., Fiaz Khan, M., Amjad Bashir, M., Hannan, A., AL-Kahtani, S. N., Taha, E.-K. A., Ishtiaq Anjum, S., Attaullah, M., Raza, G., & Ansari, M. J. (2021). Future expansion of small hive beetles, *Aethina tumida*, towards North Africa and South Europe based on temperature factors using maximum entropy algorithm. *Journal of King Saud University - Science*, 33(1), 101242. <https://doi.org/10.1016/j.jksus.2020.101242>
- Juhász C. (2022). Tobamavírusokkal fertőzött Solanaceae növényekben meginduló védekezési reakciók biokémiai mechanizmusai (o. 11086) [PhD, Szegedi Tudományegyetem]. <https://doi.org/10.14232/phd.11086>
- Kasiotis, K. M., Anagnostopoulos, C., Anastasiadou, P., & Machera, K. (2014). Pesticide residues in honeybees, honey and bee pollen by LC–MS/MS screening: Reported death incidents in honeybees. *Science of The Total Environment*, 485–486, 633–642. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2014.03.042>
- Kocot, J., Kielczykowska, M., Luchowska-Kocot, D., Kurzepa, J., & Musik, I. (2018). Antioxidant Potential of Propolis, Bee Pollen, and Royal Jelly: Possible Medical Application. *Oxidative Medicine and Cellular Longevity*, 2018, e7074209. <https://doi.org/10.1155/2018/7074209>
- Kolejanisz Rita – Ábrahám Rita – Vértesi Adél. Növényvédő szerek és növényvédőszer keverékek hatása a környezetre. Volume 62. Number 2. Mosonmagyaróvár, 62(2), 103.
- Kovács-Hostyánszki A. (2019). Beporzók, beporzás, élelmiszertermelés – az IPBES első tematikus tanulmányának fő üzenetei. *Természetvédelmi Közlemények*, 25, 142–156. <https://doi.org/10.20332/tvk-jnatconserv.2019.25.142>
- KSH (2021a): A fontosabb növények vetésterülete, 2021. június 1- kiadvány. Mezőgazdasági kiadvány. 7p
- KSH (2021b): Növényvédőszer-felhasználás, 2019-Kiadvány. Mezőgazdasági kiadvány. 6p
- KSH (2022a): Főbb növénykultúrák terméseredményei, 2021 – kiadvány. Mezőgazdasági kiadvány. 16p
- KSH (2022b): A mezőgazdaság főbb mutatóinak változása 2021-ben. Helyzetkép, 2021.

- Leska, A., Nowak, A., Nowak, I., & Górczyńska, A. (2021). Effects of Insecticides and Microbiological Contaminants on *Apis mellifera* Health. *Molecules*, 26(16), Art. 16. <https://doi.org/10.3390/molecules26165080>
- Magyarország kormánya: Szövetségben a magyar mézéért - kiadvány. Méhész kiadvány-2022. 2p
- Makrai, L., Sági, K., Lőrincz, Z., Nemes-Barnás, K., & Békési, L. (2017). Baktériumtörzs-gyűjtemény létrehozása a mézelő méhek (*Apis mellifera*) nyúlós (amerikai) költésrothadását okozó *Paenibacillus larvae* hazai reprezentatív izolátumaiból. *Leader, J.* (2012). Editorial: Biosecurity and bees. *The Wētā*, 44, 1–2.
- Márton, Á., 2011: Méhészet. Mezőgazdasági Szaktudás Kiadó, Budapest, 84 p
- Miklič, V. (2022). Introduction to the Special Issue Sunflower. *OCL*, 29, 16. <https://doi.org/10.1051/ocl/2022013>
- Mincsis Attila . (2021). A méhészeti termékek minőségét befolyásoló káros anyagok vizsgálata. <http://dspace.kmf.uz.ua:8080/jspui/handle/123456789/1172>
- Morva F. (1977): A napraforgóról. *Méhészet*, 25 (7) 127.
- Németh, G. (2006). A borsodi vaskohászat a 18-20. Században. Történeti adatbázis = The historical database of iron metallurgy in the Borsod Industrial Region between the 18th and the 20th century [Dokumentáció]. OTKA Kutatasi Jelentesek | OTKA Research Reports; OTKA. <http://real.mtak.hu/90/>
- Olivier, V., Blanchard, P., Chaouch, S., Lallemand, P., Schurr, F., Celle, O., Dubois, E., Tordo, N., Thiéry, R., Houlgatte, R., & Ribière, M. (2008). Molecular characterisation and phylogenetic analysis of Chronic bee paralysis virus, a honey bee virus. *Virus Research*, 132(1), 59–68. <https://doi.org/10.1016/j.virusres.2007.10.014>
- Oravecz T., Mucha L., Illés B. C., Oravecz T., Mucha L., & Illés B. C. (2020b). A magyar méhészeti ágazat elmúlt 20 éve – Termelési alapok. <https://doi.org/10.22004/AG.ECON.305812>
- Oravecz T., Mucha L., Totth G., & Illés B. C. (2020a). A hazai méztermelés helyzete és változása 2000 és 2017 között. Társadalmi és gazdasági folyamatok elemzésének kérdései a XXI. században, 292–302. <https://doi.org/10.14232/tgfe21sz.20>
- Outhwaite, C. L., McCann, P., & Newbold, T. (2022). Agriculture and climate change are reshaping insect biodiversity worldwide. *Nature*, 605(7908), Art. 7908. <https://doi.org/10.1038/s41586-022-04644-x>
- Örösi Pál Zoltán, 1957: Méhek között, Mezőgazdasági kiadó, Budapest, 706p
- Partap, U., & Ya, T. (2012). The Human Pollinators of Fruit Crops in Maoxian County, Sichuan, China. *Mountain Research and Development*, 32(2), 176–186. <https://doi.org/10.1659/MRD-JOURNAL-D-11-00108.1>
- Pető, Á., & Barczy, A. (2011). A Magyarországon előforduló meghatározó jelentőségű és gyakori talajtípusok fitolit profiljának katasztere IV. A vizsgált csernozjom és szikes talajok eredményei. *Tájékológiai Lapok*, 9(1), 147-190.
- Popescu, A., Dinu, T. A., Stoian, E., & Șerban, V. (2021). HONEY PRODUCTION IN THE EUROPEAN UNION IN THE PERIOD 2008-2019- A STATISTICAL APPROACH. 21(2), 14.
- Popp, J., Harangi-Rékás, M., & Oláh, J. (Szerk.). (2018). A NAPRAFORGÓ- ÉS REPCE VERTIKUM VERSENYKÉPESSÉGÉNEK KILÁTÁSAI. *Journal of Central European Green Innovation*. <https://doi.org/10.22004/ag.econ.279365>
- Powell, B. (2020). Asian Giant Hornet (*Vespa mandarinia*) and Yellow-Legged Hornet (*Vespa velutina*), Potential Pests of Honey Bees.
- Rader, R., Bartomeus, I., Garibaldi, L. A., Garratt, M. P. D., Howlett, B. G., Winfree, R., Cunningham, S. A., Mayfield, M. M., Arthur, A. D., Andersson, G. K. S., Bommarco, R., Brittain, C., Carvalheiro, L. G., Chacoff, N. P., Entling, M. H., Foully, B., Freitas, B. M., Gemmill-Herren, B., Ghazoul, J., ... Woyciechowski, M. (2016). Non-bee insects are important contributors to global crop pollination. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 113(1), 146–151. <https://doi.org/10.1073/pnas.1517092112>
- Ramsey, S. D., Ochoa, R., Bauchan, G., Gulbranson, C., Mowery, J. D., Cohen, A., Lim, D., Joklik, J., Cicero, J. M., Ellis, J. D., Hawthorne, D., & vanEngelsdorp, D. (2019). *Varroa destructor* feeds primarily on honey bee fat body tissue and

- not hemolymph. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 116(5), 1792–1801. <https://doi.org/10.1073/pnas.1818371116>
- Schäfer, M. O., Cardaio, I., Cilia, G., Cornelissen, B., Crailsheim, K., Formato, G., Lawrence, A. K., Le Conte, Y., Mutinelli, F., Nanetti, A., Rivera-Gomis, J., Teepe, A., & Neumann, P. (2019). How to slow the global spread of small hive beetles, *Aethina tumida*. *Biological Invasions*, 21(5), 1451–1459. <https://doi.org/10.1007/s10530-019-01917-x>
- Szabó, A. K., & Takácsné György, K. (2012). A napraforgó alapú biomassa versenyképessége a fosszilis energiákkal szemben-esettanulmány. *Acta Carolus Robertus*, 2(1), 91-100.
- Székács, A., & Takács-Sánta, A. (2014). Hogyan befolyásolja a beporzók ritkulása a mezőgazdasági hozamokat a világban és Magyarországon? *TERMÉSZETVÉDELMI KÖZLEMÉNYEK*, 20, 59–78.
- Takács, M., & Oláh, J. (2017). Honey bee mortalities caused by direct and indirect poisoning in Hungary. *Acta Agraria Debreceniensis*, 73, Art. 73. <https://doi.org/10.34101/actaagrar/73/1634>
- Takacs-Gyorgy, K. (Szerk.). (2010). Precíziós növénytermelés növényvédőszer-használatának gazdasági hatásai. *GAZDÁLKODÁS: Scientific Journal on Agricultural Economics*. <https://doi.org/10.22004/ag.econ.99133>
- Tapaszi Z. (2010). A mézelő méh (*Apis mellifera* L.) egyes kórokozóinak vizsgálata különös tekintettel a vírusfertőzésekre. <http://huveta.hu/handle/10832/150>
- Terzić, S., Miklič, V., & Čanak, P. (2017). Review of 40 years of research carried out in Serbia on sunflower pollination. *OCL*, 24(6), Art. 6. <https://doi.org/10.1051/ocl/2017049>
- Toselli, G., & Sgolastra, F. (2020). Seek and you shall find: An assessment of the influence of the analytical methodologies on pesticide occurrences in honey bee-collected pollen with a systematic review. *Chemosphere*, 258, 127358. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2020.127358>
- Tosi, S., Sfeir, C., Carnesecchi, E., vanEngelsdorp, D., & Chauzat, M.-P. (2022). Lethal, sublethal, and combined effects of pesticides on bees: A meta-analysis and new risk assessment tools. *Science of The Total Environment*, 844, 156857. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.156857>
- Tóth P., Csaba Gy., Rusvai M., Hampuk G., Lászlóffy Zs. (2021) Környezetterhelési monitoringvizsgálat, 2020–2021. Országos Magyar Méhészeti Egyesület, Budapest 87p. ISSN 2062-9915.
- Tóth P., Csaba Gy., Rusvai M., Hampuk G., Lászlóffy Zs., Harmadás J., Bódis J., Nyerges G., Török A., Szénási Á., Medzihradzki Zs. (2020) Környezetterhelési monitoringvizsgálat, 2019–2020. Országos Magyar Méhészeti Egyesület, Budapest 66p. ISSN 2062-9915
- Tóth P., Csaba Gy., Rusvai M., Paulus P., Forgách P., Hampuk G., Lászlóffy Zs., Nyerges G. (2019) Környezetterhelési monitoringvizsgálat, 2018–2019. Országos Magyar Méhészeti Egyesület, Budapest 86p. ISSN 2062-9915
- Tóth P., Csaba Gy., Lászlóffy Zs., Hampuk G. (2014). Környezetterhelési monitoringvizsgálat, 2013-2014. Országos Magyar Méhészeti Egyesület, Budapest 61p. ISSN 2062-9915
- Traynor, K. S., Tosi, S., Rennich, K., Steinhauer, N., Forsgren, E., Rose, R., Kunkel, G., Madella, S., Lopez, D., Eversole, H., Fahey, R., Pettis, J., Evans, J. D., & Dennis vanEngelsdorp. (2021). Pesticides in honey bee colonies: Establishing a baseline for real world exposure over seven years in the USA. *Environmental Pollution*, 279, 116566. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2021.116566>
- van Strien, A. J., van Swaay, C. A. M., van Strien-van Liempt, W. T. F. H., Poot, M. J. M., & WallisDeVries, M. F. (2019). Over a century of data reveal more than 80% decline in butterflies in the Netherlands. *Biological Conservation*, 234, 116–122. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2019.03.023>
- Vincze, Cs., (2021). Az időjárás hatása a méhek méztermelésére.
- Virág, Diána (2006) Peszticidek fotodegradációs mechanizmusának elemzése és lehetséges biológiai hatásának modellezése In: A XXVI. Országos Tudományos Diákköri Konferencia díjazott hallgatóinak dolgozatai. Eger, Eszterházy Károly Főiskola Líceum Kiadó. pp. 177-207.

- Wagner, D. L., Grames, E. M., Forister, M. L., Berenbaum, M. R., & Stopak, D. (2021). Insect decline in the Anthropocene: Death by a thousand cuts. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 118(2), e2023989118. <https://doi.org/10.1073/pnas.2023989118>
- Winfree, R., Gross, B. J., & Kremen, C. (2011). Valuing pollination services to agriculture. *Ecological Economics*, 71, 80–88. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2011.08.001>
- Ye, L., Liu, P., Shi, T., Wang, A., Zhu, Y., Li, L., & Yu, L. (2020). Transcriptomic analysis to elucidate the response of honeybees (Hymenoptera: Apidae) to amitraz treatment. *PLOS ONE*, 15(3), e0228933. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0228933>
- Zajác, E. (2011). Napraforgó hibridek nektártermelési és egyes területi elhelyezési kérdései eltérő agroökológiai adottságok esetén (Doctoral dissertation, Doktori értekezés, 34. pp).

Internetes források

- Agrokép 2022: Rejtély több mint 200ezer méhcsalád pusztult el a télen. (Utolsó megtekintés: 2022.10.23.) <https://agrokep.vg.hu/gazdalkodas/rejtely-tobb-mint-ketszazezer-mehcsalad-pusztult-el-a-tel-soran-25813/>
- Ourworldindata 2021: How much of the world's food production is dependent on pollinators? <https://ourworldindata.org/pollinator-dependence>. (Utolsó megtekintés: 2022.10.23.)
- https1: Borsodivánka hivatalos honlapja. <http://borsodivanka.hu/a-telepules-foldrajza/> (Utolsó megtekintés: 2022.10.23.)

Ábrák, táblázatok jegyzéke

1. ábra: <https://ourworldindata.org/grapher/sunflower-seed-production?tab=chart&time=earliest..latest&country=RUS~CHN~HUN~UKR~ARG~ROU~BGR~TUR~FRA~TZA>
2. ábra: WESSLING Hungary Kft. Élelmiszervizsgáló laboratórium; Vizsgálati jegyzőkönyv száma: 691567/2
3. ábra: WESSLING Hungary Kft. Élelmiszervizsgáló laboratórium; Vizsgálati jegyzőkönyv száma: 691567/2
4. ábra: WESSLING Hungary Kft. Élelmiszervizsgáló laboratórium; Vizsgálati jegyzőkönyv száma: 691567/2
5. ábra: Magyar Államkincstár által szolgáltatott adatok alapján
6. ábra: Magyar Államkincstár által szolgáltatott adatok alapján
7. ábra: Magyar Államkincstár által szolgáltatott adatok alapján
1. ábra: Magyar Államkincstár által szolgáltatott adatok alapján
1. táblázat: Saját adatok alapján
2. táblázat: Saját adatok alapján
3. táblázat: Saját adatok alapján
4. táblázat: NÉBIH ÉLI Parazitológiai, Hal- és Méhkórtani Laboratórium; Jegyzőkönyv hivatkozási szám: 460/2021
5. táblázat: NÉBIH ÉLI Parazitológiai, Hal- és Méhkórtani Laboratórium; Jegyzőkönyv hivatkozási szám: 567/2021
6. táblázat: NÉBIH ÉLI Velencei Növényvédőszer-analitikai, Nemzeti Referencia Laboratórium; laboratóriumi minta azonosítók: 10018989;10018996;10019003;10019010;10019027;10019034;10019041;10019058
7. táblázat: WESSLING Hungary Kft. Élelmiszervizsgáló laboratórium; Vizsgálati jegyzőkönyv száma: 691567/2
8. táblázat: WESSLING Hungary Kft. Élelmiszervizsgáló laboratórium; Vizsgálati jegyzőkönyv száma: 691567/2
9. táblázat: Magyar Államkincstár által szolgáltatott adatok alapján
10. táblázat: Magyar Államkincstár által szolgáltatott adatok alapján
11. táblázat: Országos Meteorológiai szolgálat adatai alapján
12. táblázat: Országos Meteorológiai szolgálat adatai alapján

KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

Végezetül köszönetemet szeretném kifejezni mindazoknak, akik kutatásom anyagának összegyűjtésében, az adatok feldolgozásában és a munkám elvégzése során segítségemre voltak.

Elsősorban köszönettel tartozom konzulenseim támogatásáért, útmutatásáért, biztatásáért. Tóth Péter (méhészeti szaktanácsadó, növényorvos és vezetője az OMME által már 2007-óta működő környezet terhelési monitoring vizsgálatoknak), szakmai tanácsai, kutatási tervre tett javaslatai és mindennemű segítsége nélkül valószínűleg nem készült volna el ez a dolgozat. Külön köszönettel tartozom Dr. Tarcali Gábor (DE-MÉK-Növényvédelmi Intézet tudományos főmunkatársa, Magyar Növényvédő Mérnöki és Növényorvosi Kamara Hajdú-Bihar megyei alelnöke) biztatásáért, szakmai eligazításáért, javaslataiért is. Szeretném megköszönni Hegedűs Bettinának (DE-MÉK-AGBK tudományos segédmunkatársa és a DE-Állattenyésztési Tudományok Doktori Iskola hallgatója), a dolgozatom formai és tartalmi korrekciójában nyújtott segítséget.

Másodszor köszönettel tartozom a családomnak, és barátaimnak mindennemű segítségért. Hálás lehetek kísérlet alapjául szolgáló méhcsaládok biztosításáért, a mintavételezések során nyújtott segítségért, és minden szakmai, tudományos támogatásért.

Végül köszönettel tartozom az Országos Meteorológiai szolgálat és a Magyar Államkincstár munkatársainak, hogy készségesen segítettek, támogatták adatgyűjtésem. Hálával tartozom az Országos Magyar Méhészeti Egyesület; Magyar Méhészeti Nemzeti Program (57/2019. (XII. 14.) AM-rendelet 26. §) „Méhegészségügyi és környezetterhelési monitoringvizsgálat” című jogcím anyagi támogatásának, hiszen így megvalósulhattak a monitoring költséges laborvizsgálatai is. Ezúton is köszönöm a lehetőséget, és a bizalmat.