

A HÁZIMÉHEK GYŰJTÉSÉNEK MÉRÉSI ÉS MODELLEZÉSI LEHETŐSÉGEI, AZ IDŐJÁRÁS HATÁSA A KAPTÁRTÖMEGRE

Vincze Csilla , Leelössy Ádám , Mészáros Róbert 

ELTE Eötvös Loránd Tudományegyetem, Földrajz- és Földtudományi Intézet,
Meteorológiai Tanszék, 1117 Budapest, Pázmány Péter sétány 1/A
e-mail: vcsicsi@student.elte.hu; adam.leelossy@ttk.elte.hu; mrobi@nimbus.elte.hu

Bevezetés

A méhészetek, ezáltal a beporzás rendkívül kitettek a külső környezeti feltételeknek. A termelékenységet és a méhészek feladatait döntően az időjárási feltételek, azok közül is kifejezetten a hőmérséklet befolyásolja (Abou-Shaara et al., 2017; Bordier et al., 2017; Vercelli et al., 2021). A méhészetek környezeti körülményeinek mérése és megfigyelése elengedhetetlen a mezőgazdaság számára, mivel hatással van az élelmiszerbiztonságra, illetve számos embernek nyújt megélhetést (Rader et al., 2016). Fontosságukat meghatározza, hogy a pillangósvirágúak (gyümölcsfák, szántóföldi növények, réti virágok stb.) beporzását legnagyobb részt a méhek végzik el (Aizen & Harder, 2009), amelyek rendkívül érzékenyen reagálnak az időjárási szélsőségekre, így a méhek produktivitása indikátorként is szolgálhat a változások nyomon követésére.

Alapvető célkitűzésünk a hazai méztermelés, az egyes virágzó és mézelő növények érzékenysége (*Robinia pseudoacacia* L., *Helianthus annuus* L.), és az időjárási viszonyok, valamint éghajlati körülmények összetett kapcsolatrendszerének a megismerése, mérésekkel történő elemzése, és a statisztikai módszerekkel végzett modellezésében rejlő lehetőségek feltárása. A rendszer bonyolultságából adódóan itt az emberi tényezőkön túl még a növényzet és a területi jellegzetességek is befolyásolják a vizsgálatainkat. Tanulmányunkban egy debreceni méhészet méhkaptárának tömegadatsorát használtuk fel, hogy megvizsgáljuk számos meteorológiai állapothatározó hatását a gyűjtésre.

Irodalmi áttekintés

Magyarország méhészeti értéke az Európai Unión belül kiemelkedő, melyet nem csak a kiváló méhlegelők által biztosított hozamnak, hanem a nagy méhsűrűségnek és a hungarikumként is elhíresült akácméznek is köszönhet. 2015 és 2019 között hazánk az EU méztermelő piacán a 2. helyet foglalta el. Azonban az elmúlt évek gazdasági nehézségei, méhpusztulások, a növényvédőszeresek által okozott kihívások, a koronavírus okozta pénzügyi és gazdasági károk komoly problémákkal szembesítették a mezőgazdaságot, ezen belül a méhészeteket is. A klímaváltozás is negatív hatással van a méhészetekre a nektártermelésen keresztül, amely kifejezetten érzékeny a hőmérsékletre, így kiszámíthatatlanná téve a méztermelést és a megélhetést a gazdák számára (Mezőné Oravecz, 2020; Feketéné Ferenczi et al., 2021). A méhek elterjedése és aktivitása erősen függ a környezeti változóktól, ideértve az időjárást és a levegőminőséget (Thimmegowda et al., 2020), vagy éppen a tájhasználatot, földművelést (Mace, 1912).

A méhészetben a kaptártömeg, mint a méhek jóllétének és produktivitásának mérőszáma a gyakorlatban széleskörűen elterjedt változó. Hasznos információt szolgáltat a gazdák felé a kaptár állapotáról, mely nem csak a várható méz mennyiségéről, de a család létszámáról is

tájékoztató, így segítve a méhészeket. Az utóbbi évek technológiai fejlődésével a GSM¹ felhőalapú automata kaptármérlegek nagy népszerűségnek örvendenek a méhészek köreiben, mivel valós idejű adatot szolgáltatnak, és könnyen hozzáférhetők, ezáltal a tudományos kutatások számára is új lehetőségeket kínálnak (Meikle & Holst, 2015; Zacepins et al., 2017; Kviesis et al., 2020). A tömegméréssel tanulmányozható a táji környezet (Lecocq et al., 2015) és a különböző agrometeorológiai állapotathatározók (Hambleton, 1925; Lundie, 1925) hatása a méhek produktivitására, viselkedésére és jóllétére. Negatívumként viszont idesorolandó, hogy a kaptártömeget és a méhek aktivitását számos egyéb hatás időben és térben egyaránt befolyásolja, így a tömeg változása mögötti hatások egyesével nehezen vizsgálhatók.

A méhek gyűjtését és viselkedésüket meghatározza a kolónia mérete, egészsége (Beekman et al., 2004), a vegetáció állapota és periódusa (Couvillon et al., 2015), a tájhasználat és tájkép (Samuelson et al., 2022), a gyűjtés célja (Shackleton et al., 2016), a nektár minősége és mennyisége (Pasquale et al., 2013), a gyűjtés távolsága (Steffan-Dewenter & Kuhn, 2003), egyedszinten a dolgozók tapasztalata („elit méhek”) (Klein et al., 2019) és nem utolsósorban a méhész szakmai tapasztalata.

A kaptármérlegekkel végzett kutatásokat, melyek kifejezetten a kaptártömeg változását vizsgálták, az 1. táblázat foglalja össze.

1. táblázat: Kolóniatömeg, mint mérőszám

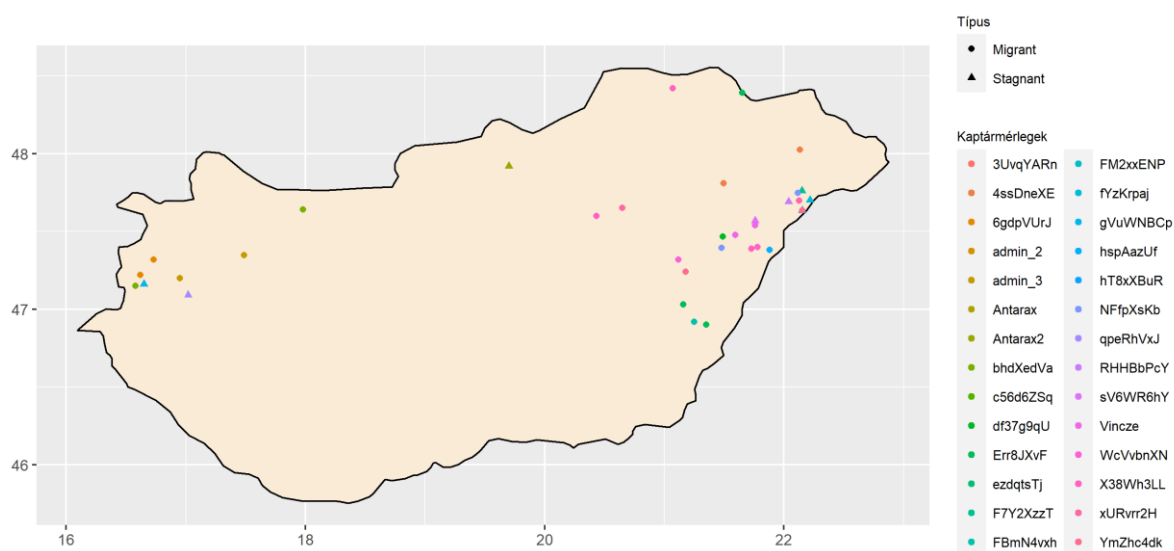
Referenciák	Vizsgált külső állapotathatározók
(Mace, 1912)	Napsugárzás, szél, hőmérséklet, légnedvesség
(Hambleton, 1925)	Hőmérséklet, légnedvesség, napsütéses órák száma, napsugárzás intenzitása
(Lundie, 1925)	Hőmérséklet, időjárás, napsugárzás
(Mitchener, 1955)	Napsugárzás, csapadék, szélsébség
(McLellan, 1977)	Kipergethető méz mennyisége
(Szabo, 1980)	Légnedvesség, hőmérséklet, szélsébség, napsugárzás
(Meikle et al., 2008)	–
(Lecocq et al., 2015)	Hőmérséklet, csapadék
(Meikle et al., 2016)	Hőmérséklet
(Gil-Lebrero et al., 2017)	Hőmérséklet, légnedvesség
(Meikle et al., 2017)	Hőmérséklet
(Pătruică et al., 2017)	Hőmérséklet, légnedvesség
(Stalidzans et al., 2017)	Hőmérséklet, légnedvesség
(Zacepins et al., 2017)	–
(Meikle et al., 2018)	Hőmérséklet, csapadék
(Smart et al., 2018)	–
(Flores et al., 2019)	Hőmérséklet, légnedvesség, csapadék
(Hong et al., 2020)	Hőmérséklet, légnedvesség
(Kviesis et al., 2020)	Hőmérséklet, légnedvesség
(Pătruică et al., 2020)	Hőmérséklet, légnedvesség, csapadék
(Rafael Braga et al., 2020)	Hőmérséklet, harmatpont, szélirány és szélsébség, csapadék, fényviszonyok
(Solovev, 2020)	Hőmérséklet, csapadék, felhőzet, szélsébség és szélirány
(Atanasov et al., 2021)	Hőmérséklet, légnedvesség, légnyomás, csapadék, napraforgóvirág felületi hőmérséklete
(Komasilova et al., 2021)	Hőmérséklet, légnedvesség, szél, csapadék
(Zacepins et al., 2022)	Pollenkoncentráció, hőmérséklet, szélsébség, légnedvesség, csapadék

¹ Global System for Mobile communication

Méhészeti, fenológiai és meteorológiai mérések

A méhészeti változók számszerűsítéséhez egy debreceni kisk gazdaságban, Nagycsere tanyán (é.sz. 47°32'21,27", k.h. 21°45'31,01", körülbelül 120 m tengerszint feletti magasságon) végeztünk méréseket. Az összegyűjtött adatok tartalmazzák a 1 órás [1 – kaptargsm.hu], illetve 10 perces [2 – meheszmerleg.hu] időbeli felbontásban két tamási-rendszerű rakodókaptár tömegét, fészekhőmérsékletét, melyet digitális, felhőalapú GSM kaptármérlegekkel mértünk rendre 2021.04.17-től, illetve 2022.03.06-tól kezdődően. A vizsgált kaptárakban egy-egy közepesen erős családot igyekeztünk fenntartani folyamatos kontroll alatt.

Az ilyesfajta vizsgálati módszer széleskörűen alkalmazott a méhek vizsgálatára és nyomon követésére (Hambleton, 1925; Lecocq et al., 2015; Meikle & Holst, 2015; Zacepins et al., 2017; Kviesis et al., 2020). Ezen kívül feljegyzésre kerültek a méhészeti munkálatok, a keretek, fiókok, kaptárelemek száma, illetve a vegetációs megfigyelések. Továbbá más méhészekről beszerzett órás gyakoriságú kaptártömeg adatsort is felhasználtunk, ahol a méhészek felírták a kaptár rendszerét, illetve az utaztatások helyszínét, a kipergetett (termelt) méz mennyiségét és fajtáját. Ezeknek az adatoknak a térbeli lefedettségét az 1. ábrán jelenítettük meg. Az adatokból kiszűrtük a beavatkozásokat, illetve a kaptárelemek súlyából eredő változásokat és relatív növekményeket állítottunk elő.

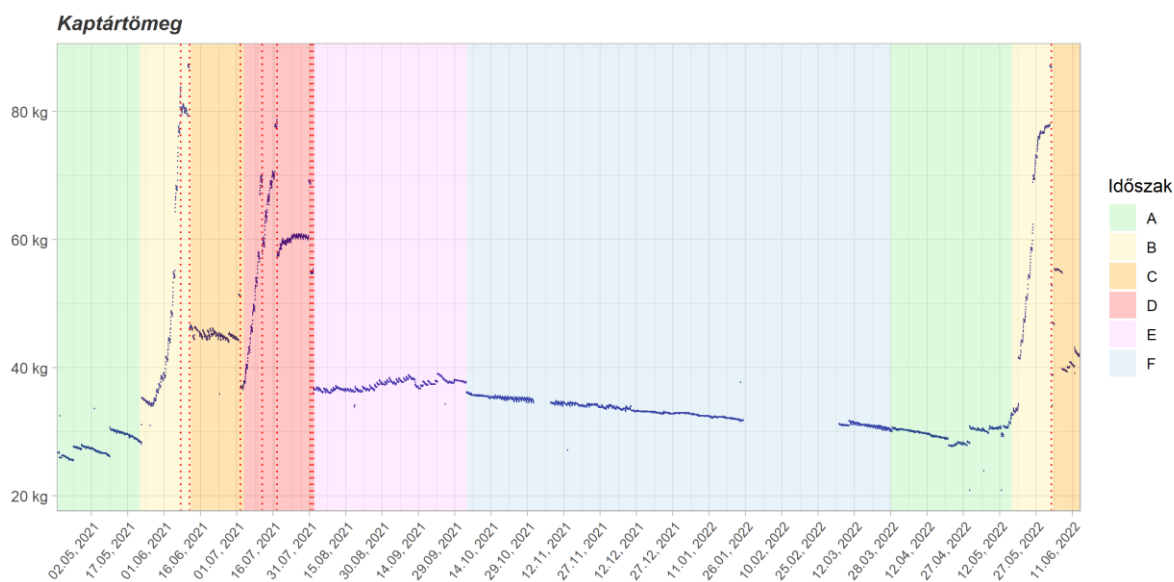


1. ábra: Kaptármérlegek térképes megjelenítése („Migrant” = vándorló kaptárak, melyek változtatják a helyszínüket az év során, „Stagnant” álló kaptárak).

A meteorológiai adatok az Országos Meteorológiai Szolgálat Meteorológiai Adattárából [3 – odp.met.hu] származnak órás időbeli felbontással, ami az időjárási elemek 10 perces mérési adatai alapján előállított egy óra időtartamra vonatkozó átlagai vagy összegei, illetve egyes elemek szélsőértékei. Ezenkívül a kaptármérlegek is rendelkeznek hőmérséklet, relatív nedvesség és légnyomás mérésére alkalmas eszközzel, amit szintén feldolgoztunk. A kapcsolatok vizsgálatához a meteorológiai adatokat a legközelebbi szinoptikus állomás adatsorából származtattuk. Az órás adatsorból nappali összegeket és átlagokat készítettünk.

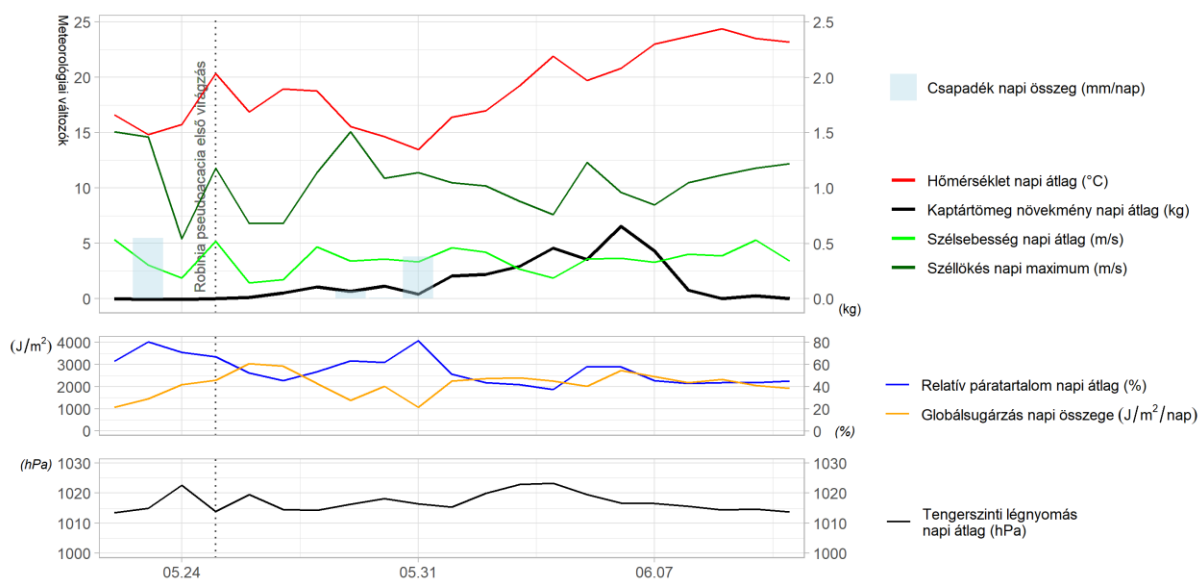
Eredmények

A 2. ábrán az 1 órás időbeli felbontású kaptármérleg tömegadatsorát láthatjuk, ahol jelöltük a pergetések (mézelvétel) időpontját is. Fontos megjegyezni, hogy a pergetések nem történtek ilyen sűrűn, hanem egy-egy nagyobb pergetés előtt néhány mézes keretet cseréltek ki üres keretre, így ösztönözve a méheket a gyűjtésre. Továbbá a mézelvétel előtt ún. szöktető fiókokat tettek be előző nap, így ekkor egy nagyobb növekmény realizálódik. Ezt a technológiát a rakodókaptároknál a méhész a pergetési folyamat megkönnyítése és gyorsítása érdekében alkalmazza az előző napokban. Ekkor a méhek kiszorulnak a méztérből és a fiókokat, kereteket egyszerűbben el lehet távolítani. További előnye, hogy a méheket is kevesebb stressz éri, így ez egy rendkívül méhbarát módszer. Viszont, mivel ezen alkalmakkal is mézelvétel történt, így ezt is hasonlóképp vettük, mint a nagyobb pergetéseket. A nagyobb növekményeket a gyűjtési időszakok jelentik, amit növényfajonként vagy méztípusokként különböztettük meg. Az első emelkedés a tömegben az akác időszaka, majd azt követte a vegyes virágok időszaka, végül a méheket napraforgóra utaztatták, melyről három alkalommal is pergettek.



2. ábra: Kaptártömeg változása a 2021-es és a 2022-es évből (piros szaggatott vonallal jelölve a pergetéseket, mézelvételt, időszakonként megjelölve: A = Tavaszi felkészülés időszaka, B = Akác virágzásának időszaka, C = Vegyes virágok időszaka, D = Napraforgó virágzásának időszaka, E = Téli felkészülés időszaka, F = Nyugalmi időszak).

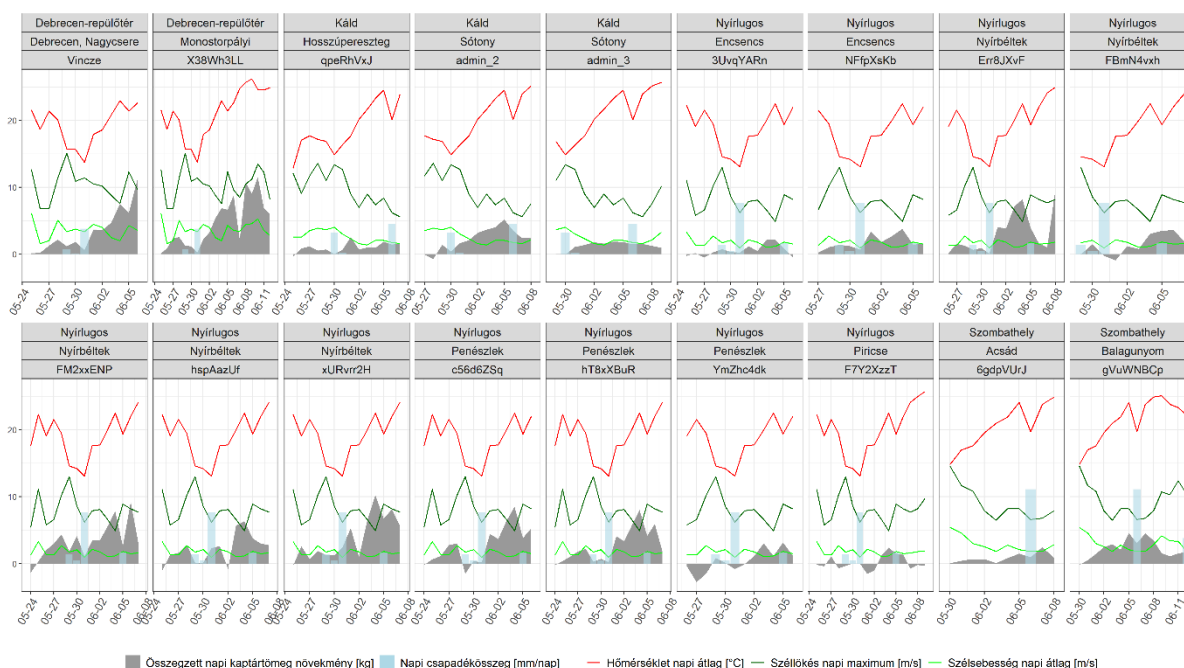
A kaptár tömegének relatív változását többféle környezeti és antropogén változó befolyásolja, melyek közül kizárólag a meteorológiai állapotathatározókat vizsgáltuk meg, így a méhészeti munkálatok kiszűrése után végeztük csak el az elemzéseket. A 3. ábrán a középhőmérséklet, az átlagos szélsébség, a maximális széllelökés, a napi csapadék, a napi globálisugárzás összege, az átlagos relatív nedvesség és légnyomás, illetve az átlagolt relatív kaptártömeg napi változását jelenítettük meg az akác virágzásának idején. Megfigyelhető, hogy a virágzás kezdetén (2021.05.25.) az első pár napban a gyűjtésben meghatározó volt a hűvösebb és csapadékosabb időjárás. A hőmérséklet mellett a szél, a globálisugárzás és a csapadék is nagy szerepet játszott. Május 31-én a hűvösebb és csapadékosabb idő visszavetette a gyűjtést, majd a hőmérséklet növekedésével egyre fokozódott a gyűjtési hajlam. Végül az akác június 7-én elvirágzott, és az összegyűjtött mézet kipergették.



3. ábra: Napi kaptártömeg relatív változása és a meteorológiai állapothatározók alakulása a 2021-es akác időszakban (napi átlagos kaptártömeg növekmény, napi középhőmérséklet, átlagos napi szélsebesség, napi maximális széllökés, napi csapadékösszeg, napi globálisugárzás összege, napi átlagos relatív nedvesség, napi átlagos tengerszinti légnyomás).

Az akác generatív (virágzás) fázisára vonatkozó kumulatív kaptártömeg-növekmény a 4. ábrán látható 2021.05.09. és 06.21. között nappal (8 és 21 óra között) a különböző kaptárak órás adatai alapján. Az ábrán feltüntettük a kaptármérleghez legközelebbi meteorológiai állomást, ennek adatsorát, majd a települést és a mérleg kódját. A kaptárak között 2021-ben nagy különbségek adódtak, ez köszönhető annak is, hogy ebben az évben sok helyen lefagyott és nem mézelt az akác. A ± 3 -nál nagyobb változásokat szelektáltuk az adatsorból, így a nagyobb méhészeti munkákat kiszűrtük. Az adatbázisban szereplő helyszínek közül legjobban Debrecen környezetében, Monostorpályiban tudtak gyűjteni a méhek, míg Szombathely, Encsencs határában kevésbé.

Ezután leválogattuk azokat a kaptármérlegeket, melyeknél meghatározhattuk az akác virágzásának időpontját. A kezdő időpontot a napi összesített kaptártömeg alapján jelöltük ki, ahol a nagyobb növekményt megelőző utolsó negatív napot tekintettük a virágzás kezdetének, majd az akác periódust a pergetés időpontjával zártuk. Ez alapján 18 db kaptármérleg adatsorát találtuk alkalmasnak további vizsgálatok végzéséhez. A földrajzi elhelyezkedés között sok különbséget nem tapasztalhatunk a virágzás kezdetében, 1–1 kaptár kivételével, amely köszönhető a 2021-es év időjárási helyzetének vagy a méhész szakmai tapasztalatának is. Az eltérések egyes méhlegelők és kaptárak termelékenysége között mutatkozik meg. Az ábrán a csapadék és a hőmérséklet hatása is megjelenik.



4. ábra: A kumulatív kaptártömeg-növekmény, átlagos napi középhőmérséklet, napi maximális szélsebesség, átlagos napi szélsebesség és a napi csapadékösszeg 2021.05.09. és 06.21. között.

A fejlécekben rendre a legközelebbi meteorológiai állomás, a kaptármérleghez legközelebbi település megnevezése és a mérleg kódja látható.

Összefoglalás

A háziméhek folyamatos mérésével és a digitális eszközök elterjedésével új lehetőségek nyílnak mind a kutatók, mind a gyakorlati felhasználók számára, amely elősegíti a megismerést, az alkalmazkodást, és figyelmezteti a méhészeket az esetleges problémákra. Továbbá indikátorként szolgálhatnak a vegetáció állapotáról és a fenológiai változásokról, különösen azon egyedek vagy fázisok szintjén, melyeknek nyomon követése költséges, vagy nagyobb emberi erőforrást igényel. Ezen tanulmány során az említett eszközök és adataik kiaknázási lehetőségeit mutattuk be, ami egy újabb tudományterület irányába nyithatja a meteorológiai célú kutatásokat.

Köszönetnyilvánítás

A kutatást a Nemzeti Kutatási, Fejlesztési és Innovációs Alap K-128805, és K-128818 pályázatai támogatták. A kutatás az Éghajlatváltozás Nemzeti Multidiszciplináris Laboratórium RRF-2.3.1-21-2022-00014 számú projekt keretében valósult meg.

A szerzők köszönetet mondanak Vincze Ferencnek és Berkes Andornak [2 – meheszmerleg.hu], illetve azoknak a méhészeknek, akik adataikkal hozzájárultak kutatásunkhoz.

Hivatkozások

Abou-Shaara, H.F., Owayss, A.A., Ibrahim, Y.Y., Basuny, N.K., 2017: A review of impacts of temperature and relative humidity on various activities of honey bees. *Insectes Sociaux*, 64: 455–463. <https://doi.org/10.1007/s00040-017-0573-8>

- Aizen, M.A., Harder, L.D., 2009: The Global Stock of Domesticated Honey Bees Is Growing Slower Than Agricultural Demand for Pollination. *Current Biology*, 19: 915–918. <https://doi.org/10.1016/j.cub.2009.03.071>
- Atanasov, A., Hristakov, I., Milchev, M., Koszel, M., Knežević, D., 2021: Influence of local climatic factors on sunflower inflorescence visit by honey bees, Conference: 48th International Symposium "Actual Tasks on Agricultural Engineering", Zagreb, Croatia
- Beekman, M., Sumpter, D.J.T., Seraphides, N., Ratnieks, F.L.W., 2004: Comparing foraging behaviour of small and large honey-bee colonies by decoding waggle dances made by foragers. *Functional Ecology*, 18: 829–835. <https://doi.org/10.1111/j.0269-8463.2004.00924.x>
- Bordier, C., Dechatre, H., Suchail, S., Peruzzi, M., Soubeyrand, S., Pioz, M., Pélissier, M., Crauser, D., Conte, Y.L., Alaux, C., 2017: Colony adaptive response to simulated heat waves and consequences at the individual level in honeybees (*Apis mellifera*). *Scientific Reports*, 7: 3760. <https://doi.org/10.1038/s41598-017-03944-x>
- Couvillon, M.J., Riddell Pearce, F.C., Accleton, C., Fensome, K.A., Quah, S.K.L., Taylor, E.L., Ratnieks, F.L.W., 2015: Honey bee foraging distance depends on month and forage type. *Apidologie*, 46: 61–70. <https://doi.org/10.1007/s13592-014-0302-5>
- Feketéné Ferenczi A., Szűcs I., Vida V., 2021: A hazai méhészeti ágazat helyzetének elemzése (termelés, kereskedelem). *The Hungarian Journal of Nutrition Marketing*, 8: 21–34. <https://doi.org/10.20494/TM/8/2/2>
- Flores, J.M., Gil-Lebrero, S., Gámiz, V., Rodríguez, M.I., Ortiz, M.A., Quiles, F.J., 2019: Effect of the climate change on honey bee colonies in a temperate Mediterranean zone assessed through remote hive weight monitoring system in conjunction with exhaustive colonies assessment. *Science of The Total Environment*, 653: 1111–1119. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.11.004>
- Gil-Lebrero, S., Quiles-Latorre, F.J., Ortiz-López, M., Sánchez-Ruiz, V., Gámiz-López, V., Luna-Rodríguez, J.J., 2017: Honey Bee Colonies Remote Monitoring System. *Sensors*, 17: 55. <https://doi.org/10.3390/s17010055>
- Hambleton, J.I., 1925: The Effect of Weather Upon the Change in Weight of a Colony of Bees During the Honey Flow. U.S. Department of Agriculture, 60 p.
- Hong, W., Xu, B., Chi, X., Cui, X., Yan, Y., Li, T., 2020: Long-Term and Extensive Monitoring for Bee Colonies Based on Internet of Things. *IEEE Internet of Things Journal*, 7: 7148–7155. <https://doi.org/10.1109/JIOT.2020.2981681>
- Klein, S., Pasquaretta, C., He, X.J., Perry, C., Søvik, E., Devaud, J.-M., Barron, A.B., Lihoreau, M., 2019: Honey bees increase their foraging performance and frequency of pollen trips through experience. *Scientific Reports*, 9: 6778. <https://doi.org/10.1038/s41598-019-42677-x>
- Komasilova, O., Komasilovs, V., Kviesis, A., and Zacepins, A., 2021: Modeling of the Potential Honey Bee Colony Foraging Activity Based on the Agrometeorological Factors. *Baltic J. Modern Computing*, 9: 280–289. <https://doi.org/10.22364/bjmc.2021.9.3.04>
- Kviesis, A., Zacepins, A., Fiedler, S., Komasilovs, V., Laceklis-Bertmanis, J., 2020: Automated system for bee colony weight monitoring. *AGROFOR International Journal*, 5: 42–53. <https://doi.org/10.7251/AGRENG2002044K>
- Lecocq, A., Kryger, P., Vejsnæs, F., Jensen, A.B., 2015: Weight Watching and the Effect of Landscape on Honeybee Colony Productivity: Investigating the Value of Colony Weight Monitoring for the Beekeeping Industry. *PLOS ONE*, 10: e0132473. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0132473>
- Lundie, A.E., 1925: The Flight Activities of the Honeybee. United States Department of Agriculture, 66p. <https://doi.org/10.5962/bhl.title.108871>

- Mace, H., 1912: The Influence of Weather on Bees. *Nature*, 89: 62–65.
<https://doi.org/10.1038/089062c0>
- McLellan, A.R., 1977: Honeybee Colony Weight as an Index of Honey Production and Nectar Flow: A Critical Evaluation. *Journal of Applied Ecology*, 14: 401–408.
<https://doi.org/10.2307/2402553>
- Meikle, W.G., Rector, B.G., Mercadier, G., Holst, N., 2008: Within-day variation in continuous hive weight data as a measure of honey bee colony activity. *Apidologie*, 39: 694–707. <https://doi.org/10.1051/apido:2008055>
- Meikle, W.G., Holst, N., 2015: Application of continuous monitoring of honeybee colonies. *Apidologie*, 46: 10–22. <https://doi.org/10.1007/s13592-014-0298-x>
- Meikle, W.G., Weiss, M., Stilwell, A.R., 2016: Monitoring colony phenology using within-day variability in continuous weight and temperature of honey bee hives. *Apidologie*, 47: 1–14.
<https://doi.org/10.1007/s13592-015-0370-1>
- Meikle, W.G., Weiss, M., Maes, P.W., Fitz, W., Snyder, L.A., Sheehan, T., Mott, B.M., Anderson, K.E., 2017: Internal hive temperature as a means of monitoring honey bee colony health in a migratory beekeeping operation before and during winter. *Apidologie*, 48: 666–680. <https://doi.org/10.1007/s13592-017-0512-8>
- Meikle, W.G., Holst, N., Colin, T., Weiss, M., Carroll, M.J., McFrederick, Q.S., Barron, A.B., 2018: Using within-day hive weight changes to measure environmental effects on honey bee colonies. *PLOS ONE*, 13: e0197589. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0197589>
- Mezőné Oravecz T.É., 2020: A hazai mézpiac fogyasztói és szervezeti sajátosságainak marketing szemléletű összefüggései. Doktori értekezés. Szent István Egyetem, Gödöllő.
- Mitchener, A.V., 1955: Manitoba Nectar Flows 1924-1954, with Particular Reference to 1947-1954. *Journal of Economic Entomology*, 48: 514–518. <https://doi.org/10.1093/jee/48.5.514>
- Pasquale, G.D., Salignon, M., Conte, Y.L., Belzunces, L.P., Decourtye, A., Kretzschmar, A., Suchail, S., Brunet, J.-L., Alaux, C., 2013: Influence of Pollen Nutrition on Honey Bee Health: Do Pollen Quality and Diversity Matter? *PLOS ONE*, 8: e72016.
<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0072016>
- Pătruică, S., Dezmirean, D.S., Bura, M., Jurcoane, R., Sporea, A., 2017: Monitoring of Bee Colonies' Activity During the Major Gatherings in 2017. *Bulletin UASVM Animal Science and Biotechnologies*, 74. <https://doi.org/10.15835/buasvmcn-asb:0001>
- Pătruică, S., Pet, I., Lazăr Roxana, N., 2020: The influence of climate change on behavior of bee colonies during collection in sunflower. *Scientific Papers: Animal Science and Biotechnologies*, 53: 217–220.
- Rader, R., Bartomeus, I., Garibaldi, L.A., Garatt, 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., Griffin, S.R., Gross, C.L., Herbertsson, L., Herzog, F., Hipólito, J., Jaggar, S., Jauker, F., Klein, A.-M., Kleijn, D., Krishnan, S., Lemos, C.Q., Lindström, S.A.M., Mandelik, Y., Monteiro, V.M., Nelson, W., Nilsson, L., Pattemore, D.E., Pereira, N. de O., Pisanty, G., Potts, S.G., Reemer, M., Rundlöf, M., Sheffield, C.S., Scheper, J., Schüepp, C., Smith, H.G., Stanley, D.A., Stout, J.C., Szentgyörgyi, H., Taki, H., Vergara, C.H., Viana, B.F., Woyciechowski, M., 2016: Non-bee insects are important contributors to global crop pollination. *PNAS*, 113: 146–151.
<https://doi.org/10.1073/pnas.1517092112>
- Rafael Braga, A., G. Gomes, D., Rogers, R., E. Hassler, E., M. Freitas, B., A. Cazier, J., 2020: A method for mining combined data from in-hive sensors, weather and apiary inspections to forecast the health status of honey bee colonies. *Computers and Electronics in Agriculture*, 169: 105161. <https://doi.org/10.1016/j.compag.2019.105161>

- Samuelson, A.E., Schürch, R., Leadbeater, E., 2022: Dancing bees evaluate central urban forage resources as superior to agricultural land. *Journal of Applied Ecology*, 59: 79–88. <https://doi.org/10.1111/1365-2664.14011>
- Shackleton, K., Balfour, N.J., Al Toufaily, H., Gaioski Jr, R., de Matos Barbosa, M., Silva, C.A. de S., Bento, J.M.S., Alves, D.A., Ratnieks, F.L.W., 2016: Quality versus quantity: Foraging decisions in the honeybee (*Apis mellifera scutellata*) feeding on wildflower nectar and fruit juice. *Ecology and Evolution*, 6: 7156–7165. <https://doi.org/10.1002/ece3.2478>
- Smart, M., Otto, C., Cornman, R., Iwanowicz, D., 2018: Using Colony Monitoring Devices to Evaluate the Impacts of Land Use and Nutritional Value of Forage on Honey Bee Health. *Agriculture*, 8: 2. <https://doi.org/10.3390/agriculture8010002>
- Solovev, V.V., 2020: Influence of weather conditions on the honey productivity of bee colonies in the Valdai district of the Novgorod region. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 613: 012142. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/613/1/012142>
- Stalidzans, E., Zacepins, A., Kviesis, A., Brusbardis, V., Meitalovs, J., Paura, L., Bulipopa, N., Liepniece, M., 2017: Dynamics of Weight Change and Temperature of *Apis mellifera* (Hymenoptera: Apidae) Colonies in a Wintering Building With Controlled Temperature. *Journal of Economic Entomology*, 110: 13–23. <https://doi.org/10.1093/jee/tow282>
- Steffan-Dewenter, I., Kuhn, A., 2003: Honeybee foraging in differentially structured landscapes. *Proceedings of the Royal Society of London. Series B: Biological Sciences*, 270: 569–575. <https://doi.org/10.1098/rspb.2002.2292>
- Szabo, T.I., 1980: Effect of Weather Factors on Honeybee Flight Activity and Colony Weight Gain. *Journal of Apicultural Research*, 19: 164–171. <https://doi.org/10.1080/00218839.1980.11100017>
- Thimmegowda, G.G., Mullen, S., Sottolare, K., Sharma, A., Mohanta, S.S., Brockmann, A., Dhandapany, P.S., Olsson, S.B., 2020: A field-based quantitative analysis of sublethal effects of air pollution on pollinators. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 117: 20653–20661. <https://doi.org/10.1073/pnas.2009074117>
- Vercelli, M., Novelli, S., Ferrazzi, P., Lentini, G., Ferracini, C., 2021: A Qualitative Analysis of Beekeepers' Perceptions and Farm Management Adaptations to the Impact of Climate Change on Honey Bees. *Insects*, 12: 228. <https://doi.org/10.3390/insects12030228>
- Zacepins, A., Pecka, A., Osadcuks, V., Kviesis, A., Engel, S., 2017: Solution for automated bee colony weight monitoring. *Agronomy Research*, 15: 585–593.
- Zacepins, A., Ozols, N., Kviesis, A., Gailis, J., Komasilovs, V., Komasilova, O., Zagorska, V., 2022: Evaluation of the honey bee colonies weight gain during the intensive foraging period. <https://doi.org/10.1515/ar.22.017>

Internetes hivatkozások

- [1 – kaptargsm.hu] <https://www.kaptargsm.hu/>
 [2 – meheszmerleg.hu] <https://www.meheszmerleg.hu/>
 [3 – odp.met.hu] <https://odp.met.hu/>

ORCID

- Vincze Cs.  <https://orcid.org/0000-0002-6658-0090>
 Leelőssy Á.  <https://orcid.org/0000-0001-9583-0127>
 Mészáros R.  <https://orcid.org/0000-0002-0550-9266>