

Beporzók mint fontos ökológiai és gazdasági biztonsági tényezők

Kovács-Hostyánszki Anikó 

Ökológiai Kutatóközpont, Ökológiai és Botanikai Intézet, Lendület Ökoszisztéma-szolgáltatás Kutatócsoport,
Vácrátót, Magyarország
e-mail: kovacs.aniko@ecolres.hu

Beérkezett: 2022. október 10.; Elfogadva: 2022. november 29.; Online megjelent: 2022. december 9.

Összefoglalás

A növényi beporzást sok esetben segítik a beporzók, hozzájárulva a termés- és magképzéshez, szaporodáshoz. Ezzel a beporzók ökológiai és gazdasági értelemben is kiemelt fontosságú szerepet játszanak az emberek életében, környezeti, élelmezési, anyagi és egészségi biztonságuk vonatkozásában egyaránt. Az állati beporzás a zárvatermő virágos növények 87%-át érinti, ami a szárazföldi vegetációt alapjaiban meghatározza. Ebbe a körbe tartozik a termesztett növények háromnegyede is, így a mezőgazdasági termelésben játszott szerepük mind mennyiségi, mind minőségi értelemben kiemelkedő. Közvetlen kihatással vannak az emberi egészségre, létfontosságú vitaminok, ásványi anyagok biztosításával. A beporzók megőrzése, hanyatló trendjeik megállítása ezért az emberiség elemi érdeke, mind hazai, mind globális vonatkozásban.

Kulcsszavak: beporzás, egészség, élelmezés, környezetbiztonság, stratégia

Pollinators as important ecological and economical safety factors

Anikó Kovács-Hostyánszki

Lendület Ecosystem Services Research Group, Institute of Ecology and Botany, Centre for Ecological Research,
Vácrátót, Hungary

Summary

Pollinators, including wild and managed bees, hoverflies, diurnal and nocturnal butterflies, wasps, bugs, other insects, birds and mammals play an important role in the reproduction, seed and fruit production of most dicotyledonous plant species, including three-quarters of the cultivated plants. Through their pollination as an ecosystem service their ecological and economical importance is enormous, and has a key role in human safety regarding food, health, finances and the environment. Animal pollination can be only partially or essentially needed by a plant species to reach its optimal fruit or seed quality and quantity. The pollinator related wild plants are important elements of the terrestrial ecosystems, providing our environment safety through elemental material circles. However, the foraging and nesting resources they need are limited in managed ecosystems, such as intensive agricultural or industrial landscapes. Pollinators contribute to the production of the majority of cultivated plants at a certain extent, including such economically important crops like sunflower, oilseed rape, apple, cherry, water melon, etc. Their direct contribution to global food production seems to be low, only 5-8%, but this share in human diet ensures such nutrients, vitamins and minerals that are essential for health development and life. Furthermore, besides the physical health, pollinators play a key role in mental health as well by the provision of diverse and flowering environment, enjoyed by any outdoor activities. Unfortunately, populations of many wild pollinator species decline worldwide and high proportion of honeybee colonies are lost from time to time in several regions. The main drivers behind these declines are habitat loss and change caused mainly by agricultural intensification and urbanisation, climate change, invasion, pests and pathogens and pesticide use. To halt these declines overwhelming strategies are needed at local, national, regional and global level. The EU Pollinator Strategy and the Biodiversity Strategy for 2030 sets ambitious targets for pollinator conservation, initiating among others an EU level pollinator monitoring program, that is under test phase. These actions might have the chance to reverse the pollinator decline and maintain pollinators and pollination services, however, only in the case of real actions with joint effort of scientists, decision makers and the public.

Keywords: environment safety, food, health, pollination, strategy

Bevezetés

A növényi beporzás a növények ivaros szaporodásának fontos eleme, a termés- és magképzés kiindulópontja. Ehhez sok esetben közvetítő közegre van szükség, mely a növények egy részénél a szél, egyes esetekben pedig a víz. A zárvatermő virágos növények jelentős részénél azonban állatok segítik a virágpor szállítását. Ezek az úgynevezett beporzók táplálék reményében keresik fel a virágokat, hogy fehérjékben dús virágport vagy szénhidrátokban gazdag nektárt gyűjtsenek maguk és/vagy az utódaik számára. Mindeközben a testükre virágpor tapad, melyet aztán akaratlanul is tovább szállítanak a következő virágra, szerencsés esetben ugyanazon növényfaj egy másik egyedére, elősegítve a genetikai információ áramlását, magát a beporzást és ennek következtében a termés- és magképzést (Ollerton 2021).

A legtöbb beporzó faj vadon él, köztük több mint 20 000 méhfaj (Michener 2007), számos légyfaj (Larson–Kevan–Inouye 2001), nappali és éjszakai lepke, darazsak, bogarak, tripszek, madarak, denevérek és más gerincesek (Kevan–Baker 1983; Willmer 2011). Néhány beporzó fajt az idők során az ember már házasított, különböző céllal. Ide tartozik az egész Földön elterjesztett nyugati háziméh (*Apis mellifera*) és az Ázsiában fontos keleti háziméh (*Apis cerana*), melyek házasításának hátterében elsődlegesen méztermelésük kiaknázása áll. De vannak mára kereskedelmi forgalomban kapható poszméhek és pár szoliter vadméhfaj is, melyeket már kifejezetten a beporzási tevékenységük miatt alkalmaz az ember (Osterman et al. 2021). Évente több mint egymillió poszméhcsaládot adnak el világszerte, elsősorban az üvegházi paradicsomtermesztésben való felhasználásra (Velthuis–van Doorn 2006). Európában és Ázsiában a földi poszméh (*Bombus terrestris*), Észak-Amerikában a *B. impatiens* forgalmazása terjedt el. A virágokon csüngve megfigyelhető dongó viselkedése, szárnyvibrálása a paradicsomvirágok portokjainak felnyílását okozza, elősegítve így a virágpor kiszabadulását és a megporzást. Ez a viselkedés teszi őket igazán hatékony paradicsombeporzóvá (Buchmann 1985).

A házasított, tenyésztett beporzók és vad rokonaik egyaránt fontos szerepet játszanak a növények beporzásában. Növényfajtól, lokalitástól, időjárástól függően lehetnek a háziméhek vagy egyes vad beporzók hatékonyabbak a beporzásban. Azt azonban fontos hangsúlyozni, hogy egy diverz beporzó közösség sokkal hatékonyabb és stabilabb beporzási szolgáltatást nyújt, ami az időjárás vagy más környezeti körülmények okozta változásokkal szemben is ellenállóbb (Brittain–Kremen–Klein 2013). És bár a vad beporzók általi beporzás értéke és mértéke sokszor alulértékelt, vagy épp kevésbé ismert, sok növényfaj, köztük termesztett növények beporzásában is ők a hatékonyabbak, a háziméhek magas száma ellenére is (Garibaldi et al. 2013).

Beporzók és környezetbiztonság

A zárvatermő virágos növények közel 90 százalékának (több mint 300 000 növényfajnak) legalább részben állatok segítségével van szüksége a virágpor szállításában ahhoz, hogy a megfelelő beporzás létrejöjjön (Ollerton–Winfree–Tarrant 2011). Ez egyes növények esetében csak kiegészítő lehetőség a szél- vagy önbeporzás mellett a termésmennyiség és/vagy minőség fokozása érdekében, míg más növények számára esszenciális (Klein et al. 2007). Ezek a növényfajok kritikus fontossággal bírnak a szárazföldi ökoszisztémák működése, biztonsága szempontjából, mivel táplálékot biztosítanak az állatok és az ember számára, élőhelyeket alakítanak ki, részt vesznek az oxigén termelésében, a levegőben lévő szennyezések szűrésében, és így a tiszta levegő biztosításában és további ökoszisztéma működési folyamatokban.

A beporzás mint ökoszisztéma-szolgáltatás megfelelő működéséhez, fenntartásához egészséges és stabil beporzó közösségekre van szükség, melyek biztosítása a szárazföldi ökoszisztémák fenntartása, és így az emberiség jövője szempontjából elsődleges fontosságú. A beporzó fajok diverz közössége képes a környezeti és emberi hatásokkal szembeni megfelelő ellenálló képességre, és az azok okozta változások esetén a megfelelő rezilienciára (Brosi–Briggs 2013). Bár a tenyésztett mézelő méhek és a vadméhek egy kisebb, domináns fajokból álló csoportja kiemelt szerepet játszik a növényi beporzásban (Kleijn et al. 2015), éppen a mézelő méhcsaládok drasztikus és hirtelen, sokszor még nem teljesen értett pusztulása bizonyítja, hogy mennyire veszélyes egy ilyen kritikusságú folyamatban csupán egyetlen vagy néhány fajra támaszkodnunk.

A beporzók sokfélesége az élőhelyek minőségétől, a megfelelő táplálékforrások, fészkelő- és telelőhelyek elérhetőségétől elsődlegesen függ (Kennedy et al. 2013). Egy nemrégiben készült magyarországi becslés alapján azonban Magyarország számos területe, így elsősorban az intenzívebb tájhasználatú mezőgazdasági tájak kisszámú és alacsony diverzitású vadméhközösségeknak adhatnak otthont, mely sok esetben alacsonyabb beporzási potenciált nyújthat csupán az ott termesztett mezőgazdasági kultúrnövények által igényeltnél is (Kovács–Hostyánszki et al. 2021).

Beporzók, élelmiszer-biztonság és gazdaság

A világ legfontosabb termesztett növényeinek mintegy háromnegyede valamilyen mértékben függ az állati beporzástól (Klein et al. 2007). Ez mennyiségi és minőségi értelemben is igaz. Az állati beporzásból profitáló növények teszik ki a globális termelés 35 százalékát (Klein et al. 2007). Ha szűkebb értelemben tekintünk az állati beporzáshoz közvetlenül köthető terméshez (sok növény részleges állati beporzás függése miatt), akkor az

a globális termelés 5-8 százalékát adja (Aizen *et al.* 2009), melynek éves piaci értéke (2015-ös amerikai dollár árfolyammal számolva) 235–577 milliárd dollár. Ez a becslés azonban csak a közvetlenül elfogyasztott magok és gyümölcsök tömegét veszi figyelembe, és nem számol a beporzók szerepével számos más területén a gazdaságnak és mindennapi életünknek. A beporzók fontos szerepet játszanak egyes rostanyagok előállításában (pl. gyapot; Klein *et al.* 2007), így a textiliparban is. A különböző rovarbeporzású növények beltartalmi értékük, magas mikroelem- és vitamintartalmuk révén a minőségi táplálkozás fontos elemei (Eilers *et al.* 2011). A beporzók közreműködnek a takarmánynövények előállításában akár legeltetésről, akár istállózó állattartásról is legyen szó (Faurey *et al.* 1998); továbbá egyes faanyagok biztosításában (Rehel *et al.* 2009) vagy gyógynövények elérhetőségében is (Joy–Mathew–Skaria 2001). Ha mindezt valahogy kompenzálni szeretnénk a beporzók elvesztése esetén, a mezőgazdasági termelésbe bevont területeket 30-40%-kal kellene növeljük, ami súlyos nehézségekbe ütközne a földhasználat, természetvédelem, fenntartható fejlődés terén (Aizen *et al.* 2009).

Az állati beporzástól függő termelés abszolút értelemben 300%-kal nőtt a 20. század második felében, míg ugyanezen idő alatt az ettől független termelési rész kevesebb mint a duplájára (Aizen–Harder 2009). Ez azt is jelenti, hogy ma sokkal jobban függünk a beporzók tevékenységétől, mint a 20. század közepén. Mivel az egyes termesztett növények beporzási igénye eltérő, ezért az egyes országok, régiók gazdaságát is eltérően befolyásolják. A világ számos legjövedelmezőbb termesztett növénye függ a beporzóktól a termés mennyiségét vagy minőségét tekintve, és ezek közül sok fontos exportcikk a fejlődő vagy épp a fejlett országokban. Ide sorolható a kávé, a kakaó vagy például a mandula. Ezen növények termesztése, feldolgozása, értékesítése számos embernek ad munkát és megélhetést világszerte (IPBES 2016).

Átlagosan az állati beporzású termesztett növények piaci ára magasabb, mint az attól függetleneké. Állati beporzás hiányában a globális ellátási láncokban beálló változások árnövekedést okoznának a fogyasztók, és bevételecsökkenést a termelők oldalán, ami globálisan évi 160–191 milliárd dollár gazdasági csökkenést jelenthetne a növénytermesztők és fogyasztók számára, és további 207–497 milliárd dollár veszteséget más ágazatokban, mint az erdészet, állattenyésztés, élelmiszer-feldolgozás (IPBES 2016). A szakirodalomban elérhető, beporzásra vonatkozó gazdasági értékelések azonban nem számoltak annak nem-gazdasági értékkomponenseivel, mint a szociális, kulturális, természeti értékek.

Magyarországon a mezőgazdaság a gazdaság kiemelkedő fontosságú stratégiai ágazata. A termesztett, mintegy 300 növényféle kétharmada igényli kisebb vagy nagyobb mértékben az állati beporzást a megfelelő termelésátlagok eléréséhez (Kovács-Hostyánszki *et al.* 2021). Ezek között kiemelt fontosságú a gyümölcsstermesztés, melynek keretében több mint 30 000 termelő

kb. 90 000 hektáron gazdálkodik. A zöldség, gyümölcs és a szőlő, bor (mely két utóbbi független az állati beporzástól) együttes kibocsátásának értéke 370,8 milliárd forint volt 2018-ban, a teljes mezőgazdasági kibocsátás 13,6 százaléka (KSH 2019). Számos gyümölcsfa, így az alma, meggy, cseresznye, őszibarack, szilva, kajszi, mind magas beporzási igényűek, és a magyar gyümölcsstermesztő ágazat kiemelt elemei (KSH 2019). A zöldségtermesztés terén kiemelhető a görögdinnye, ami a hazai zöldségtermelés mennyiségének körülbelül tizedét adja (KSH 2019), és esszenciális mértékben állatbeporzásfüggő. A szántóföldi növények közül a napraforgó és a repce a legnagyobb kiterjedésű szántóföldi növényeink közé tartozik, termésterületük és termés hozamuk hazai viszonylatban az elmúlt két évtizedben jelentősen emelkedett, és európai uniós szinten is jelentős (KSH 2019). Ezek esetében az állati beporzástól való függés közepes, azaz hoznak termést önbeporzás útján is, de az ideális termésmennyiség akár 40%-a a beporzók általi viráglátogatáson múlik.

A beporzók gazdasági szerepének tárgyalásakor ki kell emelnünk a méhészeti ágazatot. A háziméhek gazdasági szerepe kettős. A méhészkedés által fontos gazdasági tényezőt jelentenek számos ember számára. Globálisan mintegy 81 millió méhcsalád 1,6 millió tonna mézet és 65 000 tonna méhviaszt termel évente (IPBES 2016). A beporzásban játszott szerepük szintén vitathatatlan, és ennek értéke messze túlszárnyalja a méz- és méhviasztermelésben képviselt értéküket (Southwick–Southwick 1992). A méhészeti ágazat szerepe Magyarországon is jelentős. A méhcsaládok száma a 2000-es években jelentős emelkedést mutatott, és a 2010-es évek végére több mint 20 000 méhészt és több mint 1 millió méhcsaládot tartottak számon (OMME 2019). A szokásosnál enyhébb telek és hideg tavaszok azonban sajnos már hazánkban is jelentős méhcsaládvesztéseket okoztak az elmúlt években.

Beporzók és egészség

A beporzók az emberi egészség megőrzésében többértű szerepet játszanak (Garibaldi *et al.* 2022). A megfelelő, egészséges táplálkozás egyrészt nemcsak a kellő kalória-bevitelt, hanem a változatos tápanyagkínálatot is jelenti. Az állati beporzást igénylő termesztett és vadon élő növények az egészséges étrend és táplálkozás fontos elemei. Számos gyümölcs, zöldség, növényi magvak, olajnövények tartoznak ebbe a körbe, melyek a mikrotápanyagok, vitaminok, ásványi anyagok jelentős hányadát biztosítják mindennapi étrendünkben. Ezek hiányában jelentősen megnő az A-vitamin-, vas- vagy foláthiányban szenvedők száma a lakosság körében. Így például globálisan a folát 7, a C-vitamin 20, az A-vitamin 41%-át biztosítják állati beporzású növények (Eilers *et al.* 2011). Egyes régiókban azonban ezekből arányaiban még több származhat állati beporzású növényekből (Chaplin–Kramer *et al.* 2014), és emiatt ezen országok lehetnek

egyben a legérzékenyebbek a beporzók esetleges csökkenésével szemben (Tibesigwa 2018). Egyes növények, gyümölcsök beltartalmi értéke közvetlenül függ a beporzástól, így például az alma (Garratt et al. 2014), a mandula (Brittain et al. 2014) és a repce esetében (Bommarco-Marini-Vaissière 2012). Beporzók hiányában becslések szerint a globális gyümölcskészlet 22,9, a zöldségkészlet 16,3, a növényi magvak elérhetősége pedig 22,1 százalékkal csökkenne (Smith et al. 2015). A minőségi táplálkozásra való fokozódó igény az elmúlt évtizedekben magyarázza az állati beporzást igénylő növények termesztési arányának növekedését is (Pelto-Pelto 1983; Gallai et al. 2009).

A beporzóknak fontos szerepük van az emberi egészséget támogató gyógyszeralapanyagok biztosításában is. Ez a szerep lehet egyrészt közvetlen, ahol maguk a mézelő méhek állítják elő a gyógyhatású mézet és propoliszt (Easton-Calabria-Demary-Oner 2019), és közvetett, a gyógynövények beporzása által. A háziméhek viráglátogatásuk során számos olyan másodlagos növényi anyagcseretermék gyűjtene (flavonoidok, aminosavak, enzimek, vitaminok stb.), amelyek antibakteriális, antivirális, antifungális, antioxidáns hatásuk révén védik a felnőtt egyedeket és utódjaikat a betegségektől (Erler-Moritz 2016). Ezen összetevők megtalálhatóak a mézben, propoliszban, virágporban, méhpempőben is, melyek fogyasztásával az emberi egészséget is erősítik. Az ezekből készült készítményeket sikerrel alkalmazták már például légúti megbetegedések (Paul et al. 2007) vagy sebgyógyítás (Dunford et al. 2000) terén. Másrészt, becslések szerint a Föld népességének 80%-a függ valamilyen módon a növényi alapú gyógyhatású készítményektől, és az ezekre való igény gyorsan növekszik mind a fejlett, mind a fejlődő országokban (Ekor 2014). Becslések szerint körülbelül 33 000 növényfajt alkalmaznak jelenleg gyógynövényként, melyek 96%-a virágos, így nagy arányban állati beporzástól függő növények is vannak közöttük.

A beporzók nemcsak az ember fizikai, hanem a mentális egészségéhez is hozzájárulnak. A zöld környezet, a természettel való kapcsolat, vagy a virágok esztétikai értéke mind fontos szerepet játszanak a lelki és így a testi egészség fenntartásában, városokban és vidéken élők számára egyaránt (Garibaldi et al. 2022). A természetben eltöltött pihenés, sportolás, kirándulás, bármilyen formájú kapcsolódás számos módon segíti az emberi szervezet egyensúlyban tartását (Mihók et al. 2021).

Trendek és kilátások

Az elmúlt években egyre több tanulmány hangsúlyozta a beporzó rovarok faj- és egyedszámának csökkenését vizsgálta. Találunk ezek között globális becsléseket, amelyek a rovarfajok 40%-ának kihalását prediktálják a következő évtizedekben, köztük többek között méheket és lepkéket mint a legveszélyeztetettebb csoportokat (Sánchez-Bayo-Wyckhuys 2019). Vannak kontinentális,

regionális kimutatások, melyek szerint Európában a vad-méh- és lepkefajok 9%-a veszélyeztetett, és több mint 30%-uk visszaszorulóban van (Nieto et al. 2014). Közép-Európában az elmúlt mintegy 150 évben 60 poszméhfajból 48 egyedszáma csökkent, mára 30%-uk veszélyeztetett és négy már kihalt (Kosior et al. 2007). A 20. század második felétől több alkalommal is a nyugati háziméhcsoportok nagyszámú csökkenését észlelték számos, főként nyugat-európai országban és Észak-Amerikában (IPBES 2016), de az utóbbi években már Magyarországon is. Az elmúlt évtizedekben nagyarányú téli méhcsoportpusztulásokról érkeztek hírek, főként Észak-Amerikában (átlagosan évi 26% veszteség 2007 óta) és Európában (16%) (Osterman et al. 2021). Mindeközben globálisan a háziméhcsoportok száma 85%-kal nőtt az elmúlt hatvan évben, főleg az Ázsiai állománynövekedésnek köszönhetően (Osterman et al. 2021). De ez sem képes lépést tartani az állati beporzást igénylő kultúrnövények termesztési területének növekedésével (Aizen-Harder 2009).

A csökkenések hátterében az egyik fő tényező az intenzív tájhasználat és intenzív mezőgazdasági művelés, vagyis a monokultúrás, nagytáblás gazdálkodás és a nagy mennyiségű vegyszer használata, gyepek intenzív legeltetése/kaszálása, a beporzók számára fontos fészkelő- és táplálkóhelyeket jelentő természetközeli élőhelyek, sövények, fasorok, táblaszegélyek, csatornapartok eltűnése (Kennedy et al. 2013; Kovács-Hostyánszki et al. 2017). De hasonló élőhelyvesztést okoz az urbanizáció, azaz a települési és ipari környezet és a kapcsolódó infrastruktúrák terjeszkedése is, melyet mára szintén a beporzók csökkenésének egyik fő okaként tartanak számon (Sánchez-Bayo-Wyckhuys 2019). Továbbá a beporzókat is érinti a klímaváltozás, részben a környezeti körülmények megváltozása által, ami a fajok elterjedési területét változtatja meg észak-dél vagy hegyvidékeken magassági értelemben, másrészt a növények virágzása és a beporzók között fellépő potenciális aszinkronitás által (pl. Rasmont et al. 2015). A csökkenés további okai között említhetjük az inváziós fajok terjedését is (Kovács-Hostyánszki et al. 2022), és számos betegség, kórokozó általi elhullást mind a mézelő méhcsoportok, mind a vad beporzók körében (IPBES 2016).

A beporzók fontos, többretni szerepét felismerve, és látva a csökkenő tendenciákat, egyre nagyobb figyelmet kaptak az elmúlt években a tudományos szféra, a politikai döntéshozatal és a lakosság részéről is. A 2012-ben alapított Biológiai Sokféleség és Ökoszisztéma-szolgáltatás Kormányközi Testület (Intergovernmental Platform on Biodiversity and Ecosystem Services, IPBES) egyik első tematikus tanulmánya a beporzók, beporzás és élelmiszer-biztonság kapcsán született 2016-ban (IPBES 2016; Kovács-Hostyánszki 2019). Az átfogó összegzés az addig elérhető tudományos és szürke irodalomból részletesen tárgyalta a beporzók szerepét, trendjeit, gazdasági és nem gazdasági értékét, csökkenésük meghatározó tényezőit és megőrzésük, támogatásuk lehetőségeit. A tanulmány több nemzeti és nemzetközi megállapo-

dást, célkitűzést is inspirált, köztük az Európai Unió 2018-ban létrehozott Beporzó Stratégiáját. Ennek egyik fő célkitűzése a beporzók helyzetének részletesebb, aktuális felmérése az EU olyan tagországaiban is, melyekről még kevesebbet tudunk (így a közép-kelet-európai országokban, köztünk hazánkban) (*European Commission 2018*). Az EU-szintű beporzó monitoring módszertani ajánlása elkészült (*Potts et al. 2020*), és ennek mentén elindult egy széles körű, több módszert is tesztelő, és a lakosságot, önkénteseket is minél jobban bevonni kívánó pilot program (<https://www.ufz.de/spring-pollination/>). A SPRING (Strengthening Pollinator Recovery through INDicators and monitorinG) projekt 2021 és 2023 között nappali és éjszakai beporzó rovarok mintavételét teszteli a leendő monitoringterületek 10%-án minden országban, köztük Magyarországon is az Ökológiai Kutatóközpont vezetésével. A beporzók kiemelt védelmét, megőrzését célozza továbbá az EU 2030-ig szóló Biodiverzitás Stratégiája (https://environment.ec.europa.eu/strategy/biodiversity-strategy-2030_en) és Magyarországon a 2030-ig szóló, jóváhagyás előtt álló Nemzeti Biodiverzitás Stratégia több pontja is (www.biodiv.hu). Mindezen kezdeményezések remélhetőleg segítenek a beporzók és az általuk nyújtott növényi beporzás hosszú távú biztosításában, de csak akkor, ha a stratégiai tervek megfelelő megvalósítás is kíséri.

Köszönetnyilvánítás

A szerző munkáját az NKFIH FK 123813 számú projektje támogatja.

Irodalom

- Aizen, M. A., Garibaldi, L. A., Cunningham, S. A., & Klein, A. M. (2009) How much does agriculture depend on pollinators? Lessons from long-term trends in crop production. *Annals of Botany*, Vol. 103. No. 9. pp. 1579–1588. <https://doi.org/10.1093/aob/mcp076>
- Aizen, M. A., & Harder, L. D. (2009) The global stock of domesticated honey bees is growing slower than agricultural demand for pollination. *Current Biology*, Vol. 19. No. 11. pp. 915–918. <https://doi.org/10.1016/j.cub.2009.03.071>
- Bommarco, R., Marini, L., & Vaissière, B. E. (2012) Insect pollination enhances seed yield, quality, and market value in oilseed rape. *Oecologia*, Vol. 169. 1025–1032. <https://doi.org/10.1007/s00442-012-2271-6>
- Brittain, C., Kremen, C., Garber, A., & Klein, A. M. (2014) Pollination and plant resources change the nutritional quality of almonds for human health. *PLoS ONE*, Vol. 9. e90082. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0090082>
- Brittain, C., Kremen, C., & Klein, A. M. (2013) Biodiversity buffers pollination from changes in environmental conditions. *Global Change Biology*, Vol. 19. No. 2. 540–547. <https://doi.org/10.1111/gcb.12043>
- Brosi, B. J., & Briggs, H. M. (2013) Single pollinator species losses reduce floral fidelity and plant reproductive function. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, Vol. 110. No. 32. pp. 13044–13048. www.pnas.org/cgi/doi/10.1073/pnas.1307438110
- Buchmann, S. L. (1985) Bees Use Vibration to Aid Pollen Collection from Non-Poricidal Flowers. *Journal of the Kansas Entomological Society*, Vol. 58. No. 3. pp. 517–525.
- Chaplin-Kramer, R., Dombeck, E., Gerber, J., Knuth, K. A., Mueller, N. D., Mueller, M. ... Klein, A. M. (2014) Global malnutrition overlaps with pollinator dependent micronutrient production. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, Vol. 281. No. 1794. p. 20141799. <https://doi.org/10.1098/rspb.2014.1799>
- Dunford, C., Cooper, R., Molan, P., & White, R. (2000) The use of honey in wound management. *Nursing Standard*, Vol. 15. No. 11. pp. 63–68. <https://doi.org/10.7748/ns2000.11.15.11.63.c2952>
- Easton-Calabria, A., Demary, K. C., & Oner, N. J. (2019) Beyond pollination: honey bees (*Apis mellifera*) as zootherapy keystone species. *Frontiers in Ecology and Evolution*, Vol. 6. pp. 161. <https://doi.org/10.3389/fevo.2018.00161>
- Eilers, E. J., Kremen, C., Greenleaf, S., Garber, A. K., & Klein, A. M. (2011) Contribution of pollinator-mediated crops to nutrients in the human food supply. *PLoS ONE*, Vol. 6. No. 6. pp. e21363. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0021363>
- Ekor, M. (2014) The growing use of herbal medicines: issues relating to adverse reactions and challenges in monitoring safety. *Frontiers in Pharmacology*, Vol. 4. pp. 1–10. <https://doi.org/10.3389/fphar.2013.00177>
- Erlar, S., & Moritz, R. F. A. (2016) Pharmacophagy and pharmacophory: mechanisms of self-medication and disease prevention in the honeybee colony (*Apis mellifera*). *Apidologie*, Vol. 47. pp. 389–411. <https://doi.org/10.1007/s13592-015-0400-z>
- European Commission (2018) EU Pollinators Initiative. https://ec.europa.eu/environment/nature/conservation/species/pollinators/policy_en.htm
- Fairey, D. T., Griffith, S. M., Clifford, P. T. P., & Hampton, J. G. (1998) Pollination, fertilization and pollinating mechanisms in grasses and legumes. In: Fairey, D. T., & Hampton, J. G. (eds) Forage seed production, Volume 1: Temperate species. CAB International. Wallingford, UK, pp. 153–179.
- Gallai, N., Salles, J.-M., Settele, J., & Vaissière, B. E. (2009) Economic valuation of the vulnerability of world agriculture confronted with pollinator decline. *Ecological Economics*, Vol. 68. No. 3. pp. 810–821. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2008.06.014>
- Garibaldi, L. A., Gomez Carella, D. S., Nabaes Jodar, D. N., Smith, M. R., Timberlake, T. P., & Myers, S. S. (2022) Exploring connections between pollinator health and human health. *Philosophical Transactions of the Royal Society B*, Vol. 377. No. 1953. 20210158. <https://doi.org/10.1098/rstb.2021.0158>
- Garibaldi, L. A., Steffan-Dewenter, I., Winfree, R., Aizen, M. A., Bommarco, R., Cunningham, S. A., ... Klein, A. M. (2013) Wild pollinators enhance fruit set of crops regardless of honey bee abundance. *Science*, Vol. 339. pp. 1608–1611. <https://doi.org/10.1126/science.1230200>
- Garratt, M. P. D., Breeze, T. D., Jenner, N., Polce, C., Biesmeijer, J. C., & Potts, S. G. (2014) Avoiding a bad apple: insect pollination enhances fruit quality and economic value. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, Vol. 184. pp. 34–40. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2013.10.032>
- IPBES (2016) The assessment report of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services on pollinators, pollination and food production. S. G. Potts, V. L. Imperatriz-Fonseca, & H. T. Ngo (eds) Secretariat of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services, Bonn, Germany, p. 552.
- Joy, P. P., T. J., Mathew, S., & Skaria, B. P. (2001) Medicinal Plants. In: Bose, T. K., Kabir, J., Das, P., & Joy, P. P. (eds) Tropical Horticulture. Naya Prakash, Calcutta. pp. 449–632.
- Kennedy, C. M., Lonsdorf, E., Neel, M. C., Williams, N. M., Ricketts, T. H., Winfree, R. ... Kremen, C. (2013) A global quantitative synthesis of local and landscape effects on wild bee pollinators in agroecosystems. *Ecology Letters*, Vol. 16. No. 5. pp. 584–599. <https://doi.org/10.1111/ele.12082>

- Kevan, P. G., & Baker, H. G. (1983) Insects as Flower Visitors and Pollinators. *Annual Review of Entomology*, Vol. 28. pp. 407–453.
- Kleijn, D., Winfree, R., Bartomeus, I., Carvalheiro, L. G., Henry, M., Isaacs, R. ... Potts, S. G. (2015) Delivery of crop pollination services is an insufficient argument for wild pollinator conservation. *Nature Communications*, Vol. 6. ANo. 7414. <https://doi.org/10.1038/ncomms8414>
- Klein, A. M., Vaissiere, B., Cane, J. H., Steffan-Dewenter, I., Cunningham, S. A., Kremen, C., & Tscharntke, T. (2007) Importance of crop pollinators in changing landscapes for world crops. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, Vol. 274. No. 1608. pp. 303–313. <https://doi.org/10.1098/rspb.2006.3721>
- Kosior, A., Celary, W., Olejniczak, P., Fijal, J., Król, W., Solarz, W., & Plonka, P. (2007) The decline of the bumble bees and cuckoo bees (Hymenoptera: Apidae: Bombini) of Western and Central Europe. *Oryx*, Vol. 41. No. 1. pp. 79–88. <https://doi.org/10.1017/S0030605307001597>
- Kovács-Hostyánszki A. (2019) Beporzók, beporzás, élelmiszertermelés – az IPBES első tematikus tanulmányának fő üzenetei. *Természetvédelmi Közlemények*, Vol. 25. pp. 142–156. <https://doi.org/10.20332/tvk-jnatconserv.2019.25.142>
- Kovács-Hostyánszki A., Belényesi M., Geng I., Kemencei Z., Kisné Fodor L., Lehoczki R. ... Zajác E. (2021) A pollináció, mint ökoszisztéma-szolgáltatás értékelése – az ökoszisztéma-állapottól a ténylegesen igénybe vett ökoszisztéma-szolgáltatás értékeléséig. A közösségi jelentőségű természeti értékek hosszú távú megőrzését és fejlesztését, valamint az EU biológiai sokféleség stratégia 2020 célkitűzéseinek hazai szintű megvalósítását megalapozó stratégiai vizsgálatok projekt Ökoszisztéma-szolgáltatások projektteam keretében készült tanulmány. Agrárminisztérium, Budapest. <https://doi.org/10.34811/osz.pollinacio.tanulmany>
- Kovács-Hostyánszki A., Espíndola, A., Vanbergen, A. J., Settele, J., Kremen, C., & Dicks, L. V. (2017) Ecological intensification to mitigate impacts of conventional intensive land use on pollinators and pollination. *Ecology Letters*, Vol. 20. No. 5. pp. 673–689. <https://doi.org/10.1111/ele.12762>
- Kovács-Hostyánszki A., Szigeti V., Miholcsa Z., Sándor D., Soltész Z., Török E., & Fenesi A. (2022) Threats and benefits of invasive alien plant species on pollinators. *Basic and Applied Ecology*, Vol. 64. pp. 89–102. <https://doi.org/10.1016/j.baae.2022.07.003>
- KSH (2019) A magyar mezőgazdaság és élelmiszeripar számokban, 2018. Szerz.: Aratóné Drotár, Zs., Bakota, B., Felkai, B. O., Keszthelyi, Sz., Páll. Zs. Nemzeti Agrárgazdasági Kamara
- Larson, B. M. H., Kevan, P. G., & Inouye, D. W. (2001) Flies and flowers: taxonomic diversity of anthophiles and pollinators. *The Canadian Entomologist*, Vol. 133. No. 4. pp. 439–465. <https://doi.org/10.4039/Ent133439-4>
- Michener, C. D. (2007) *The Bees of the World*. Second edition. Johns Hopkins University Press, Baltimore, MD, USA
- Mihók B., Fekete M., Frankó L., Martos T., Pataki Gy., Sallay V., & Báldi A. (2021) Természet és lelki egészség. ELKH Ökológiai Kutatóközpont, Vácrátót–Budapest
- Nieto, A., Roberts, S. P. M., Kemp, J., Rasmont, P., Kuhlmann, M., García Criado, M., ... Michez, D. (2014) *European Red List of bees*. Luxembourg: Publication Office of the European Union
- Ollerton, J., Winfree, R., & Tarrant, S. (2011) How many flowering plants are pollinated by animals? *Oikos*, Vol. 120. No. 3. pp. 321–326. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0706.2010.18644.x>
- Ollerton, J. (2021) *Pollinators and Pollination: Nature and Society*. Pelagic Pub Ltd.
- OMME (2019) Magyar Méhészeti Nemzeti Program. Környezetterhelési monitoring vizsgálat 2018–2019. ISSN 2062-9915
- Osterman, J., Aizen, M. A., Biesmeijer, J. C., Bosch, J., Howlett, B. G., Inouye, D. W. ... Paxton, R. J. (2021) Global trends in the number and diversity of managed pollinator species. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, Vol. 322: 107653. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2021.107653>
- Paul, I. M., Beiler, J., McMonagle, A., Shaffer, M. L., Duda, L., & Berlin, C. M. (2007) Effect of honey, dextromethorphan, and no treatment of nocturnal cough and sleep quality for coughing children and their parents. *Archives of Pediatrics and Adolescent Medicine*, Vol. 161. No. 12. pp. 1140–1146. <https://doi.org/10.1001/archpedi.161.12.1140>
- Pelto, G. H., & Pelto, P. J. (1983) Diet and delocalization: dietary changes since 1750. *The Journal of Interdisciplinary History*, Vol. 14. No. 2. pp. 507–528. <https://doi.org/10.2307/203719>
- Potts, S. G., Dauber, J., Hochkirch, A., Oteman, B., Roy, D.B., Ahnre, K. ... Vujic, A. (2020) EU Pollinator Monitoring Scheme
- Rasmont, P., Franzén, M., Lecocq, T., Harpke, A., Roberts, S. P. M., Biesmeijer, J. C. ... Schweiger, O. (2015) Climatic Risk and Distribution Atlas of European Bumblebees. *Biorisk 10* (Special Issue)
- Rehel, S., Varghese, A., Bradbear, N., Davidar, P., Roberts, S., Roy, P., & Potts, S. (2009) Benefits of biotic pollination for non-timber forest products and cultivated plants. *Conservation & Society*, Vol. 7. No. 3. pp. 213–219. <https://doi.org/10.4103/0972-4923.64732>
- Sánchez-Bayo, F., & Wyckhuys, K. A. G. (2019) Worldwide decline of the entomofauna: A review of its drivers. *Biological Conservation*, Vol. 232, pp. 8–27. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2019.01.020>
- Smith, M. R., Singh, G. M., Mozaffarian, D., & Myers, S. S. (2015) Effects of decreases of animal pollinators on human nutrition and global health: a modelling analysis. *Lancet*, Vol. 386. No. 10007. pp. 1–9. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(15\)61085-6](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(15)61085-6)
- Southwick, E. E., & Southwick, L. Jr. (1992) Estimating the economic value of honey bees (Hymenoptera: Apidae) as agricultural pollinators in the United States. *Journal of Economic Entomology*, Vol. 85. No. 3. pp. 621–633. <https://doi.org/10.1093/jee/85.3.621>
- Tibesigwa, B. (2018) Naturally available pollinator decline will decrease household food security and increase the gender gap in nutrition between men and women who head smallholder farm households in Sub-Saharan Africa. *Environment for Development Discussion Paper Series*, Vol. 18. pp. 1–54. https://media.rff.org/documents/EfD20DP2018-05_0.pdf
- Velthuis, H. H. W., & van Doorn, A. (2006) A century of advances in bumblebee domestication and the economic and environmental aspects of its commercialization for pollination. *Apidologie*, Vol. 37. No. 4. pp. 421–451. <https://doi.org/10.1051/apido:2006019>
- Willmer, P. (2011) *Pollination and Floral Ecology*. Princeton University Press, Princeton, NJ.