

Természetvédelem és agrár-környezetvédelem Európában

Akadémiai doktori értekezés összefoglalója

Dr. Batáry Péter
University of Goettingen, Göttingen, Németország

2018

Bevezetés

A helyi skálától egészen a globális skáláig a mezőgazdasági intenzifikációt tartják a szárazföldi biodiverzitás csökkenés legfőbb okának az élőhely veszteség, élőhely-fragmentáció és élőhely átalakítás hatásain keresztül (Foley et al. 2011). Bár a középkorban Európa jóval nagyobb területe állt mezőgazdasági művelés alatt, mint ma, e területek biodiverzitása nagyon magas volt a hagyományos, extenzív művelésnek köszönhetően (Gaston 2010). Az elmúlt évtizedekre jellemző mezőgazdasági intenzifikáció azonban jelentős változásokat hozott az agrártájban mind helyi, mind tájszerkezeti szinten, így nem meglepő, hogy a mai európai természetvédelem egyik fő célja a mezőgazdasági területekhez kötődő folyamatos biodiverzitás csökkenés megállítása. A 20. század eleje óta, a Haber-Bosch folyamat kifejlesztésével létrehozott nitrogén alapú műtrágyák elterjedése, és később a növényvédőszer (pesticidek) megjelenése, jóval hatékonyabb mezőgazdasági termelést tett lehetővé (Smil 1999). Az agrárkémikáliák növekvő használatát a gépesítés elterjedése kísérte különösen a II. világháborút követően. Mindez nem csak kisebb földterületen, parcellán történő intenzifikációt jelentett, hanem hatásai jóval nagyobb térskálákon is érezhetővé váltak, a tájléptéktől a regionális léptékig (Tschardt et al. 2005a). Sőt országos szinten is történtek jelentős változások a hidegháború kezdetétől, amikor Európa keleti és nyugati részre szakadt. A keleti blokk nagy részén a kollektivizáció jegyében a kisparaszti gazdaságokból nagy termelősövetkezeteket hoztak létre, mely során a kisebb földterületeket, sövényeket, mezsgyéket eltávolították, hogy a kis parcellákat egyesíthessék (Báldi & Batáry 2011). Így rövid idő alatt ún. nagyparcellás mezőgazdasági rendszer jött létre. Természetesen ez nem minden keleti országot és az országok minden régióját érintette, például azokat nem, ahol politikai vagy földrajzi akadályok merültek fel (gyakran a határ közeli vagy hegyvidéki területek). Az eleve sok szempontból különböző európai országok és régiók különféle történelmi utakat jártak be a tájálakítás tekintetében, mely az agrártájak hatalmas változatosságához járult hozzá, meghatározva az ottani biodiverzitást is. Az olyan extenzív kultúrtájak, ahol mezőgazdaság gépesítése és az agrárkémikáliák használata nem hozott eredményt a termelés tekintetében, egyre inkább felhagyásra kerültek, különösen a kontinens gazdaságilag fejlettebb területein. Éppen ezért az agrárterületeken a természetvédelem ezekre a megmaradt, gyakran védett, természetközeli területekre koncentrál, melyek leginkább gyepes és jellegzetes védett fajoknak adnak otthont (pl. olyan fajoknak melyek szerepelnek az EU Élőhely- és Madárvédelmi Irányelveiben).

Az agrár-környezetvédelmi programok (AKP) egy további lehetőséget nyújtanak a mezőgazdasági területek és táj természetvédelmére. Egy sor eszköztárral rendelkeznek ahhoz, hogy segítsék a gazdálkodókat környezetbarát módon gazdálkodni a területeiken. Nagyon fontosak az ún. magas természetvédelmi értékkel bíró agrárterületek („High Nature Value Farming”) védelmében, a genetikai diverzitás megőrzésében, az agrár-ökoszisztémák élőhelyi sokféleségének és heterogenitásának védelmében, és a kis környezeti és ökológiai lábnyommal való élelmiszer termelésben. Történelmileg az AKP-okat az EU-ban a nyolcvanas évek túltermelésének visszafogására vezették be a parlamenti támogatásával. Azóta az AKP-ok számos formája kialakult, amelyek jó része elsősorban a mezőgazdasági intenzifikáció negatív hatásait próbálja enyhíteni. Manapság az AKP-nak óriási a változatossága az EU 28 tagországában, valamint Svájcban és Norvégiában. Alapvetően két nagy csoportba sorolhatóak: 1.) horizontális AKP-ok, melyek környezetvédelmi (talaj, víz) célokat ötvöznek természetvédelmi célokkal, mint pl. az organikus gazdálkodás; 2.) regionális AKP-ok, melyek magas természetvédelmi értékkel rendelkező területekre fókuszálnak biodiverzitás megőrzési céllal (Kleijn & Sutherland 2003). Ugyan az AKP-ok biológiai hatékonyságát többször is megkérdőjelezték (pl. Kleijn et al. 2001), Bengtsson és mts. (2005) organikus gazdálkodásra vonatkozó meta-analízisükben kimutatták, hogy az ilyen AKP-ok pozitív hatással vannak a biodiverzitásra. A kutatók időközben azt is felismerték, hogy a tájszerkezet módosíthatja az AKP-ok hatékonyságát (Tschardt et al. 2005a). Az egyik ezzel kapcsolatos ötlet az volt, hogy az AKP-ok sokkal hatékonyabbak azokban a régiókban, ahol a forrás-populációk túlélhetnek a közeli természetes vagy természetközeli élőhelyeken (Duelli & Obrist 2003). Ezzel a felvetéssel szemben, Tschardt és mts. (2005a) azt feltételezte, hogy az

AKP-ok az ún. egyszerű (intenzív mezőgazdaság dominálta) tájban tudják a fajszámot a legjobban növelni a kontroll területekhez képest, míg komplex tájban, ahol jelentős mennyiségű természetközeli élőhely fordul elő, nem, mert ott már eleve magas a biodiverzitás.

Benton és mts. (2003) a tájszerkezet heterogenitását tartotta kulcsfontosságúnak az agrárterületek biodiverzitásának megőrzésében. Ez valóban igaz lehet az intenzíven művelt agrárterületek esetében, azonban a növekvő táji heterogenitás negatív hatással lehet a természetközeli, kevésbé fragmentált, alacsony intenzitású agrárterületek specialista fajaira (Batáry et al. 2011). Viszont egészen a közelmúltig a legtöbb tanulmány, mely a helyi kezelési intenzitás hatását vizsgálta a biodiverzitásra, a tájösszetétel heterogenitásával foglalkozott, mint például a földhasználati típusok diverzitása (sokszor táji komplexitásnak is nevezik), a megmaradt természetközeli területek mennyisége vagy a szántó területek borítása. A táji heterogenitás, azon belül a tájkonfiguráció szerepét eddig kevésbé vették figyelembe, így azt még jobban integrálni kell az AKP-okat vizsgáló tanulmányokba (Holzschuh et al. 2010; Concepción et al. 2012). Ezzel szemben az élőhely-fragmentációs tanulmányok, melyek az mezőgazdasági területek mátrixában fennmaradt természetközeli élőhelyfoltokra fókuszálnak, elsősorban a fragmentek méretének és izoláltságának hatását, azaz tájkonfigurációs hatásokat vizsgálnak, és ritkán veszik együttesen figyelembe a tájösszetétel hatásaival (de ld. Marini et al. 2010).

Az agrárökológiai tanulmányok, különösen amelyek élőhelykezelési hatásokat vizsgálnak (mint pl. AKP-okét), az eredményeiket gyakran az ún. átáramlási hatásokkal („spillover effects”) magyarázták. Azaz, hogy a növényi propagulumok és az állatok egyedei a közeli természetes vagy természetközeli területekről a sokkal intenzívebben művelt agrárterületekre áterjednek. A gerinctelenekről tudjuk, hogy a szomszédos természetes élőhelyekről a szántóföldekre gyakran betelepülnek (Landis et al. 2000), de az ellenirányú folyamat jóval kevésbé ismert (de ld. Rand et al. 2006). Miután a nagy produktivitással jellemezhető szántóföldeken a vegetációs szezonban lokálisan megnő az ízeltlábúak denzitása, egy tömeges, nagy kiterjedésű átáramlása várható az organizmusoknak a szántóföldi kultúrák felől a nem szántóföldi területek felé (Tscharrntke et al. 2005b). Az ilyen irányú átáramlás hatásának vizsgálatát a természetes és természetközeli élőhelyekre meglehetősen elhanyagolták a kutatásokban. Ebből kifolyólag a ragadozó rovarok és más fontos funkciókkal, ökoszisztéma-szolgáltatással (pl. biológiai védekezés, beporzás) bíró organizmusok mezőgazdasági élőhelyekről természetes élőhelyekre áramlása és visszaáramlása alulbecsült lehet (Blitzer et al. 2012).

Természetesen nem minden faj reagál ugyanolyan módon a mezőgazdasági intenzifikációra (Fuller et al. 2005; Kleijn et al. 2006). Egy friss tanulmány kimutatta, hogy az AKP-ok általi extenzifikációnak nem csak nyertesei, hanem vesztesei is lehetnek (Birkhofer et al. 2014). Ezek a mintázatok azonban változhatnak annak függvényében, hogy milyen térbeli skálát veszünk figyelembe, hiszen az egyes fajok mobilitása igencsak különböző lehet (Dauber et al. 2005; Marini et al. 2012). Ennél fogva az AKP-ok hatásai függenek a fajok tulajdonságaitól, mint például az élőhely vagy táplálék specializációtól. Mind a helyi, mind a térbeli skálán történő intenzifikáció különböző tulajdonságokra szelektál ezáltal meghatározva a közösség összetételét és az ökológiai funkciókat, ökoszisztéma szolgáltatásokat, például a biokontrollt vagy a beporzást (e.g. Batáry et al. 2013). Ezt a komplexitást figyelembe kell venni, amikor a környezet változásait vizsgáljuk, így az élőhely-degradációt, az élőhely-fragmentációt vagy a tájszerkezet szimplifikációját.

Ez az értekezés olyan cikkek gyűjteményén alapszik, melyek a mezőgazdasági területek biodiverzitás védelemével foglalkoznak, gyakran AKP-okkal kapcsolatosan. Ezek a publikációk a fentebb felvázolt hiányterületekre koncentrálnak, és számos különféle élőhelytípust lefednek, mint például a nagyterjedésű, extenzíven művelt, hazai pusztagyepet, intenzíven vagy extenzíven művelt gabonaföldeket vagy gyepeket, valamint természetközeli élőhely maradványokat, mint amilyenek a német mészkösziklagyep-fragmentek vagy sövények. A fő kérdés ebben a kutatásban az, hogy az AKP-ok által hogyan tartható fenn illetve javítható a biodiverzitás és a velejáró ökoszisztéma-szolgáltatások védelme.

Célkitűzések és kutatási kérdések

Agrár-környezetvédelmi programok szerepe a természetvédelemben

A disszertáció második fejezete egy terjedelmes áttekintő cikkben alapul az európai AKP-okról, ami az egész disszertációnak egy keretet ad. Ebben a fejezetben kerül bemutatásra az AKP-ok története, változatossága és gazdasági hatékonysága. Két önálló meta-analízist is végeztünk az AKP-ok biológiai hatékonyságáról az idő függvényében, illetve a termelési szempontból produktív és nem produktív programok összehasonlításáról. Továbbá hangsúlyoztuk az emberi tényező jelentőségét, mint például a gazdálkodók oktatását. Végül, jövőbeli kutatási lehetőségeket vázoltunk fel.

Fajgazdag gyepek kezelése

A harmadik fejezet három esettanulmányon alapul. Az első cikk egy uniós projekt eredménye, amelyben extenzíven és intenzíven legeltetett hazai pusztagyepet vizsgáltunk a biodiverzitás szemszögéből, azon belül gyepi és nem-gyepi madarak fajgazdagságán és territóriumszámán keresztül. A második cikkben németországi mészkősziklagyep-fragmentek kabóca közösségein elemeztük az élőhely-fragmentek méretének, azok konnektivitásának és a mátrix kompozíciójának hatását. A harmadik cikkben lepkék és madarak diverzitását vizsgáltuk kaszáló gyümölcsösökben és mészkősziklagyepben, a különböző táji kontextus (mezőgazdaság vagy erdő dominálta táj) és a kezelések meglétének (rendszeresen kezelt vagy rövidtávon felhagyott) hatásait elemezve.

Sövény és erdő összeköttetés hatása a biodiverzitásra és ökoszisztéma funkcióra

A negyedik fejezet két cikkben alapul, melyekben madarakkal, rovarokkal és beporzással foglalkoztunk sövényekben. Az első cikkben mezőgazdasághoz kötődő és erdei madarak biodiverzitás mintázatát vetettük össze erdőtől izolált sövényekben, erdőhöz kapcsolódó sövényekben és erdőszegélyekben. A második cikkben a repce virágzásának hatását vizsgáltuk vadnövények beporzásán és méheken, továbbá a szántó-nem szántó átáramlás hatását a vadméh fajok esetében táji és helyi szinten, a repce tájszintű területarányának függvényében.

Az agrár-környezetvédelmi kezelések hatékonyságának összevetése szántókon és gyepeken

Az ötödik fejezet két cikkre épül, melyek az agrár-környezetvédelmi kezelések hatását vizsgálják a biodiverzitásra szántókon és gyepeken. Az első cikkben a kezelés és a tájszerkezet relatív hatását hasonlítottuk össze hazai szikesek ízeltlábú közösségein két hasonló mintavételi elrendezésű és ráfordítású tanulmány alapján. A második cikkben egy ún. dupla páros mintavételi elrendezéssel, párosított organikus és konvencionális gyepeken és organikus és konvencionális búzatáblákon vizsgáltuk a kezelés, a tájösszetétel és a szegélyek hatásait növényeken és ízeltlábúakon.

Tájszerkezet módosító hatása és regionális különbségek a biodiverzitás mintázatokban

A hatodik fejezet három cikkben alapul, melyek a nagy térszálak, táji és regionális léptékek hatását vizsgálják a biodiverzitás mintázatokon. Az első cikkben a tájszerkezet AKP-ok biológiai hatékonyságot módosító hatását vizsgáltuk ún. modern meta-analízissel. A második cikkben a mezőgazdasági területek biodiverzitásának és a természetvédelemnek a kelet- és nyugat-európai különbségeivel foglalkoztunk. A harmadik cikkben két egymással szomszédos, azonban ellentétes régióban, azaz a kisparcellás nyugat-német és a nagyparcellás kelet-német régiókban vizsgáltuk az organikus gazdálkodás ökonómiai és ökológiai hatékonyságát.

Eredmények összefoglalása

Agrár-környezetvédelmi programok szerepe a természetvédelemben

Ebben a fejezetben áttekintettük az európai AKP-ok jelenlegi szerkezetét (2. fejezet). Egy korai, 2003-as áttekintő cikk óta, amely megkérdőjelezte az AKP-ok hatékonyságát a biodiverzitásra, bőséges számban jelentek meg a hatékonyságot vizsgáló esettanulmányok és meta-analízisek. A

legtöbb szintézis tanulmány az agrár-biodiverzitás növekedését mutatta az AKP-ok hatására. Ez a hatás függött a környező táj szerkezetétől és annak kezelésétől, ami fontos tény az EU fokozatos bővítésének és Közös Agrárpolitika folyamatos reformjának függvényében. Három korábbi meta-analízis adatbázisait összevonva vizsgáltuk továbbá, hogy az AKP-ok hatása idővel hogyan változik, és azt találtuk, hogy a programok hatékonysága nem javult az EU AKP-ok 2007-es reformja után a korábban alkalmazott programokhoz képest. Továbbá azt is kimutattuk, hogy azon programok, amelyek nem produktív területekre irányulnak (pl. szántók gyepszegélyei vagy sövények) sokkal hatékonyabbak a fajgazdagság növelésében, mint azok, amelyek kifejezetten produktív területekre irányulnak (pl. szántók vagy gyepek). A fontos jövőbeli kérdések közé a következők tartoznak: milyen hatékonyak az AKP-ok az ökoszisztéma-szolgáltatások támogatásában; hatékonyabbak-e a mezőgazdasági szempontból kevésbé értékes területeken, mint az intenzív agrárregiókban; költség-hatékonyabbak-e az agrár biodiverzitás védelmében, mint a védett területek; és mennyire javítja a hatékonyságot a gazdálkodók képzése és tanácsadása. Az általános következtetésünk az, hogy az európai AKP-ok hatékonyak lehetnek a mezőgazdasági területek biodiverzitásának támogatásában, de drágák és ezért is szükséges a szakszerű és óvatos tervezésük, monitorozásuk és továbbfejlesztésük.

Fajgazdag gyepek kezelése

A fajgazdag, természetközeli és természetes gyepek megőrzése a 21. század óriási kihívása, mivel ezek a gyepek gazdasági szempontból nem tudnak vetekedni a nagy terméshozamú, intenzíven művelt gyepekkel. Sok közülük még mindig a hagyományos kezelési formák meglétére van utalva, mint például az extenzív legeltetés vagy kései kaszálás. A vizsgálatunkban hazai extenzíven és „intenzíven” (0,5 vs. 1 marha/hektár) legeltetett pusztagyepet vizsgálva azt találtuk, hogy ez a kicsi legeltetésbeli intenzitás növekedés is negatívan hathat a gyepspecialista madarak fajsámára (3.1 fejezet).

Az agrármátrixban fennmaradt természetes és természetközeli élőhelyeket vizsgáló tanulmányok sokszor vizsgálják a fragmentek méretének és/vagy azok izoláltságának a hatásait, azonban ritkán tesztelik ezeket a hatásokat a környező táj szerkezetének figyelembevételével együtt (de ld. Marini et al. 2010). Egy mézskösziklagyep-fragmentek kabócaközösségeit vizsgáló tanulmányban el tudtuk különíteni ezeket a fenti hatásokat a fragmenteket körülvevő mátrix hatásától (3.2 fejezet). A fragmentek növekvő izolációja csökkentette a kabócák fajsámát egyszerű tájban (nagy szántó %), azonban komplex tájban nem. Ez azzal magyarázható, hogy egyszerű tájban a kabócák nehezen juthatnak át az egyik fragmentről a másikra alternatív források hiányában.

Egy további tanulmányban a kezelés meglétének és a táji kontextusnak a hatásait vizsgáltuk mézskösziklagyeppek és kaszálógyümölcsösök két természetvédelmi szempontból kiemelkedő csoportján, azaz lepkéken és madarakon (3.3. fejezet). A mézskösziklagyeppek sokkal fontosabbak voltak a lepkék számára, mint a kaszálógyümölcsösök, de ez utóbbiak némileg megfelelőbbek voltak számukra erdős tájban. A lepkékkel szemben a madarak inkább a kaszálógyümölcsösöket kedvelték, melyeken a diverzitásuk magasabb volt, ha a kezelést felhagyták.

Sövény és erdő összeköttetés hatása a biodiverzitásra és ökoszisztéma funkcióra

Sövényeket gyakran lehet találni az európai agrártájakban, melyek élőhelyet, folyosót, menedéket vagy éppen akadályt képezhetnek az ilyen tájakban élő fajoknak (Baudry et al. 2000). Ebben a tanulmányban a mezőgazdasághoz kötődő és erdei madarak válaszait vizsgáltuk a sövények erdőtől való izoláltságának függvényében, azaz erdőtől izolált sövényekben és erdőhöz kapcsolódó sövényekben, és ezeket hasonlítottuk az erdőszegélyekhez (4.1 fejezet). A mezőgazdasághoz kötődő madarak sokkal gyakoribbak voltak a sövényekben, míg az erdei madarak az erdőszegélyeket kedvelték, de a két csoport nem mutatott különbséget az izolált és az erdőhöz kapcsolódó sövények között a madarak gyakoriságában. Azonban a madárközösség összetételében nem csak az élőhelyek között találtunk eltérést (sövény vagy erdőszegély), hanem a sövények konfigurációjában is (izolált vagy erdőhöz kapcsolódó sövény).

Hasonló mintavételi elrendezést használva, azt azonban még a direkt szomszédos

szántótípussal (repce vagy búza a fás struktúra mellett) kombinálva, a nagy tömegben virágzó szántóföldi kultúra hatását vizsgáltuk a vadméheken és a beporzáson (4.2 fejezet). A szomszédos repce pozitív hatással volt az egyidejűleg virágzó galagonya terméshozamára és gyümölcsúlyára, de nem volt hatása a később virágzó gyepürózsára. Tájéleptéken a sok virágzó repcetábla azonban negatív hatással volt a poszméhek abundanciájára elvonzva azokat. Az eredményeink azt mutatják, hogy a méhek abundanciája és a beporzás függ attól, hogy milyen tér- és időbeli skálákat vizsgálunk, továbbá függ a vizsgált élőhelytípustól, növényfajtól és a szántóföldi kultúra virágzási idejétől.

Az agrár-környezetvédelmi kezelések hatékonyságának összevetése szántókon és gyepeken

Kifejezetten ritkák az olyan tanulmányok, amelyek az AKP-ok hatékonyságát szántók és gyepek között vetik össze. A Kiskunsági NP szikes régiójában közvetve két hasonló, ízeltlábúakon végzett tanulmányt hasonlítottunk össze; az egyiket pusztagyepeken végeztük, a másikat két évvel később gabonaföldeken (5.1 fejezet). Mindkettőben a kezelés hatását vizsgáltuk ízeltlábúakon lokális és táji skálán. Kimutattuk, hogy a legeltetési intenzitás kismértékű növelése és a táji heterogenitás pozitívan hatott a futóbogarakra, míg a gabonaföldek esetén a helyi intenzitásnövekedés (N kg/ha trágya) negatív hatással volt a pókok fajsámára. Eredményeink alapján úgy gondoljuk, hogy az alacsony intenzitással művelt szántóföldek pufferzónát képezhetnek a pusztagyepék körül legalábbis ebben a régióban, bár az átáramlás hatását további vizsgálatokban lenne szükséges tanulmányozni (Madeira et al. 2016).

Egy másik, német tanulmányban, a táji komplexitás, az agrárökoszisztéma típus (búza vs. rét) és a helyi kezelés (organikus vs. hagyományos gazdálkodás) hatásait vizsgáltuk növények és ízeltlábúak funkcionális csoportjainak biodiverzitás mintázatain. Azt találtuk, hogy az organikus művelés pozitívan hatott számos funkcionális csoportra (kétszikűek, nem ragadozó rovarok, vadászó pókok) függetlenül az agrárökoszisztéma típusától, míg a táji komplexitás növekedése csak a fűfélék és a pókok fajsámát növelte. A funkcionális csoportok helyi, valamint táji léptékeken adott eltérő válaszai szükségessé teszik, hogy az AKP-ok alkalmazásakor több térbeli skálát illetve csoportspecifikus léptéket vegyenek figyelembe a hatékonyság javítása érdekében.

Tájszerkezet módosító hatása és regionális különbségek a biodiverzitás mintázatokban

Egy meta-analízisben teszteltük, és meg is erősítettük a táji komplexitás hipotézist, mely szerint az agrár-környezetvédelmi kezelések az egyszerű tájban támogatják a fajgazdagságot, azonban komplex tájakban nem (6.1 fejezet). Ez csak szántóterületek esetében volt igaz, gyepeknél nem. Ebből azt a következtetést vontuk le, hogy az agrár-környezetvédelmi kezeléseket a táj szerkezetéhez, az agrárökoszisztéma típusához és a cél fajcsoportokhoz kell igazítani.

Európában a mezőgazdasági területekhez köthető természetvédelemben nagy a változatosság, azonban kifejezetten nagy a kontraszt a nyugati és poszt-szocialista, keleti országok között (6.2 fejezet). A közép- és kelet-európai, új EU tagországok viszonylag jelentős részén fajgazdag mezőgazdasági területek maradtak fenn, de annak ellenére, hogy a természetvédelemre komoly ráfordítások voltak (pl. AKP-ok), a mezőgazdasági területek biodiverzitásának trendje egyre inkább negatív. Ez részben ahhoz köthető, hogy az EU Közös Agrárpolitikáját viszonylag gyengén adaptálták arra, hogy támogassa a biodiverzitást. A közép- és kelet-európai alacsony intenzitású mezőgazdasági területeken célzott kutatásokra és monitorozásra van szükség, hogy helyileg megfelelő természetvédelmi kezeléseket fejlesszenek ki, mely prioritást kell élvezzen európai szinten.

Egy esettanulmányban, melyben a kelet- vs. nyugat-német területeken az organikus gazdálkodás hatékonyságát vizsgáltuk, azt találtuk, hogy a kelet-német, nagyparcellás mezőgazdaság lecsökkent biodiverzitáshoz vezetett a nyugat-német területekkel szemben, ahol a kisparcellás mezőgazdaság fennmaradhatott (6.3 fejezet). Ebben döntő szerepe volt a nyugaton több mint 70%-kal magasabb területszegélyek mennyiségének. Ezzel szemben a keleti gazdálkodók területegységre jutó profitja 50%-kal magasabb volt, mint nyugaton, annak ellenére, hogy a terméshozam hasonló volt a két szomszédos régióban. Mindkét régióban az organikus

gazdálkodásra való váltás növelte a biodiverzitást, megfelezte a terméshozamot, de így is megduplázta a gazdálkodók profitját.

Továbblépési lehetőségek

A jelen disszertáció hozzájárult a növekvő tudáshoz a mezőgazdasági intenzifikáció helyi és táji hatásairól, az AKP-ok hatékonyságának, az átáramlásnak és az élőhely-fragmentációnak a fajközösségekre kifejtett hatásainak vizsgálatán keresztül. Ennek tükrében lentebb összegzem a jövőbeli, lehetséges kutatási irányokat. Először is, Kleijn és mts. (2011) nemrég két lehetséges természetvédelmi kezdeményezést javasolt. Az egyik kifejezetten a valódi biodiverzitás értékekre fókuszál, mint például a komplex, strukturált agrártájakra és azok ritka vagy veszélyeztetett fajaira vagy jelentős biodiverzitás értékeire. A másik a szerkezetileg egyszerűbb és intenzívebb agrártájakban az ökoszisztéma-szolgáltatásokra fókuszál az egyes fajok identitásától függetlenül. Ez durván megfeleltethető a regionális és a zonális AKP-oknak. Továbbá, Macfadyen és mts. (2012) az áttekintő cikkükben kifejezték, hogy a biodiverzitás védelemmel foglalkozó természetvédelem közvetve hozzájárulhat az ökoszisztéma-szolgáltatások megőrzéséhez, azonban az ökoszisztéma-szolgáltatásokat segítő kezelések nem feltétlenül kecsegtetnek jó eredménnyel a biodiverzitás védelme szempontjából. Egy újkeletű ötlet, az ún. ökológiai intenzifikáció, kifejezetten az ökoszisztéma-szolgáltatások támogatását tűzte ki célul. Ez olyan természetbarát gazdálkodást jelent, mely a terméshozamot kívánja növelni a különböző ökoszisztéma-szolgáltatásokat támogató kezeléseken keresztül (Bommarco et al. 2013).

Másodszor, Fahrig és mts. (2011) egy olyan javaslattal állt elő, ami lehetővé teszi a szántóföldi biodiverzitás támogatását a táji mintázatok „átrendezésével” anélkül, hogy csökkenne a mezőgazdasági termelékenység. Ezt az átrendezést a tájösszetétel (különböző szántóföldi kultúrák száma és diverzitása) és a tájkonfiguráció (kultúrák szántóföldi térbeli elrendezése) növelésével érné el. Bár számos tanulmány vizsgálta a tájösszetétel heterogenitásának hatását az AKP-ok hatékonyságára, eddig nem voltak olyan kutatások, melyek kifejezetten a tájkonfiguráció módosító hatását vizsgálták volna, mint például a kisparcellás és nagyparcellás rendszerek összehasonlítása.

Harmadszor, a legtöbb nagyléptékű agrárökológiai tanulmány vagy az általánosságban intenzíven művelt agrármatrixot, vagy az azokban megmaradt természetes vagy természetközeli élőhely-fragmentumokat vizsgálja. Ehelyett egy sokkal holisztikusabb nézetet adhat, az ún. rácshálón („grid”) alapuló mintavétel, ahol a minták mind a mátrixot, mind a fragmentumokat érintik (Dormann et al. 2007; Beduschi et al. 2018). Ez egy sokkal átfogóbb képet adhat az ökológiai mintázatokról és folyamatokról az előbbieken belül és azok határterületein (Scherber et al. 2012). Ezek a fent részletezett ötletek további lehetőséget kínálnak jövőbeli kutatások és természetvédelmi kezelések, beleértve az AKP-ok megtervezéséhez.

Idézett közlemények

- Báldi A, Batáry P. 2011. The past and future of farmland birds in Hungary. *Bird Study* 58:365–377.
- Batáry P, et al. 2011. Does habitat heterogeneity increase farmland biodiversity? *Frontiers Ecol. Environ.* 9:152–153.
- Batáry P, et al. 2013. Organic farming favours insect-pollinated over non-insect pollinated forbs in meadows and wheat fields. *PLoS ONE* 8: e54818.
- Baudry J, Bunce RGH, Burel F. 2000. Hedgerows: An international perspective on their origin, function and management. *J. Environ. Manage.* 60:7–22.
- Beduschi T., et al. Spatial community turnover of pollinators is relaxed by semi-natural habitats, but not by mass-flowering crops in agricultural landscapes. *Biol. Conserv.* 221:59–66.
- Bengtsson J, Ahnström J, Weibull C. 2005. The effects of organic agriculture on biodiversity and abundance: a meta-analysis. *J. Appl. Ecol.* 42:261–269.
- Benton TG, Vickery JA & Wilson JD. 2003. Farmland biodiversity: is habitat heterogeneity the key? *Trends Ecol. Evol.* 18:182–188.
- Birkhofer K, et al. 2014. Winners and losers of organic cereal farming in animal communities across Central and Northern Europe. *Biol. Conserv.* 175:25–33.
- Blitzer EJ, et al. 2012. Spillover of functionally important organisms between managed and natural habitats. *Agr. Ecosyst. Environ.* 146:34–43.
- Bommarco R, Kleijn D, Potts SG. 2013. Ecological intensification: harnessing ecosystem services for food security. *Trends Ecol. Evol.* 28:230–238.
- Concepción ED, et al. 2012. Interactive effects of landscape context constrain the effectiveness of local agri-environmental management. *J. Appl. Ecol.* 49:695–705.
- Dauber J, et al. 2005. Local vs. landscape controls on diversity: a test using surface-dwelling soil macroinvertebrates of differing mobility. *Global Ecol. Biogeogr.* 14:213–221.
- Dormann CF, et al. 2007. Effects of landscape structure and land - use intensity on similarity of plant and animal communities. *Global Ecol. Biogeogr.* 16:774–787.
- Duelli P, Obrist MK. 2003. Regional biodiversity in an agricultural landscape: the contribution of seminatural habitat. *Basic Appl. Ecol.* 4:129–138.
- Fahrig L, et al. 2011. Functional landscape heterogeneity and animal biodiversity in agricultural landscapes. *Ecol. Lett.* 14:101–112.
- Foley JA, et al. 2011. Solutions for a cultivated planet. *Nature* 478:337–342.
- Fuller RJ, et al. 2005. Benefits of organic farming to biodiversity vary among taxa. *Biol. Lett.* 1:431–434.
- Gaston KJ. 2010. Valuing common species. *Science* 327:154–155.
- Holzschuh A, Steffan-Dewenter I, Tscharntke T. 2010. How do landscape composition and configuration, organic farming and fallow strips affect the diversity of bees, wasps and their parasitoids? *J. Anim. Ecol.* 79:491–500.
- Kleijn D, et al. 2001. Agri-environment schemes do not effectively protect biodiversity in Dutch agricultural landscapes. *Nature* 413:723–725.
- Kleijn D, et al. 2006. Mixed biodiversity benefits of agri-environment schemes in five European countries. *Ecol. Lett.* 9:243–254.
- Kleijn D, et al. 2011. Does conservation on farmland contribute to halting the biodiversity decline? *Trends Ecol. Evol.* 26:474–481.
- Kleijn D, Sutherland WJ. 2003. How effective are European agri-environment schemes in conserving and promoting biodiversity? *J. Appl. Ecol.* 40:947–969.
- Landis DA, Wratten SD & Gurr GM. 2000. Habitat management to conserve natural enemies of arthropod pests in agriculture. *Ann. Rev. Entomol.* 45:175–201.
- Macfadyen S, et al. 2012. Managing ecosystem services and biodiversity conservation in agricultural landscapes: are the solutions the same? *J. Appl. Ecol.* 49:690–694.
- Madeira F, et al. 2016. Spillover of arthropods from cropland to protected calcareous grassland – the neighbouring habitat matters. *Agr. Ecosyst. Environ.* 235:127–133.

- Marini L, et al. 2010. Disentangling effects of habitat diversity and area on orthopteran species with contrasting mobility. *Biol. Conserv.* 143:2164–2171.
- Marini L, et al. 2012. High mobility reduces beta-diversity among orthopteran communities - implications for conservation. *Insect Conserv. Diver.* 5:37–45.
- Rand TA, Tylianakis JM, Tschamntke T. 2006. Spillover edge effects: the dispersal of agriculturally subsidized insect natural enemies into adjacent natural habitats. *Ecol. Lett.* 9:603–614.
- Scherber C, et al. 2012. Scale effects in biodiversity and biological control: methods and statistical analysis. In: *Biodiversity and insect pests: key issues for sustainable management* (eds: Gurr GM, Wratten SD, Snyder WE), pp. 137–153. Wiley, Chichester.
- Smil V. 1999. Detonator of the population explosion. *Nature* 400:415.
- Tschamntke T, et al. 2005a. Landscape perspectives on agricultural intensification and biodiversity – ecosystem service management. *Ecol. Lett.* 8:857–874.
- Tschamntke T, Rand AT, Bianchi JJAF. 2005b. The landscape context of trophic interactions: insect spillover across the crop-noncrop interface. *Ann. Zool. Fenn.* 42:421–432.

Az értekezés témaköréből készült publikációk

Az értekezésben felhasznált publikációk:

Batáry, P., Báldi, A. & Erdős, S. 2007. Grassland versus non-grassland bird abundance and diversity in managed grasslands: local, landscape and regional scale effects. *Biodiversity and Conservation* 16: 871–881. [IF₂₀₀₇: 1,421]

Batáry, P., Kovács, A. & Báldi, A. 2008. Management effects on carabid beetles and spiders in Central Hungarian grasslands and cereal fields. *Community Ecology* 9: 247–254. [IF₂₀₀₈: 0,898]

Batáry, P., Báldi, A., Kleijn, D. & Tschardtke, T. 2011. Landscape-moderated biodiversity effects of agri-environmental management – a meta-analysis. *Proceedings of the Royal Society B-Biological Sciences* 278: 1894–1902. [IF₂₀₁₁: 5,415; Web of Science highly cited (top 1%)]

Batáry, P., Holzschuh, A., Orci, K.M., Samu, F. & Tschardtke, T. 2012. Responses of plant, insect and spider biodiversity to local and landscape scale management intensity in cereal crops and grasslands. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 146: 130–136. [IF₂₀₁₂: 2,859]

Batáry, P., Kovács-Hostyánszki, A., Fischer, C., Tschardtke, T. & Holzschuh, A. 2012. Contrasting effect of isolation of hedges from forests on farmland vs. woodland birds. *Community Ecology* 13: 155–161. [IF₂₀₁₂: 1,623]

Kovács-Hostyánszki, A., Haenke, S., **Batáry, P.**, Jauker, B., Báldi, A., Tschardtke, T. & Holzschuh, A. 2013. Contrasting effects of mass-flowering crops on bee pollination of hedge plants at different spatial and temporal scales. *Ecological Applications* 23: 1938–1946. [IF₂₀₁₃: 4,126]

Rösch, V., Tschardtke, T., Scherber, C. & **Batáry, P.** 2013. Landscape composition, connectivity and fragment size drive effects of grassland fragmentation on insect communities. *Journal of Applied Ecology* 50: 387–394. [IF₂₀₁₃: 4,754]

Batáry, P., Dicks, L.V., Kleijn, D. & Sutherland, W.J. 2015. The role of agri-environment schemes in conservation and environmental management. *Conservation Biology* 29: 1006–1016. [IF₂₀₁₅: 4,267; Web of Science highly cited (top 1%)]

Sutcliffe, L.M.E., **Batáry, P.**, Kormann, U., Báldi, A., Dicks, L.V., Herzon, I., Kleijn, D., Tryjanowski, P., Apostolova, I., Arlettaz, R., Aunins, A., Aviron, S., Baležentienė, L., Fischer, C., Halada, L., Hartel, T., Helm, A., Hristov, I., Jelaska, S.D., Kaligarić, M., Kamp, J., Klimek, S., Koorberg, P., Kostiuková, J., Kovács-Hostyánszki, A., Kuemmerle, T., Leuschner, C., Lindborg, R., Loos, J., Maccherini, S., Marja, R., Máthé, O., Paulini, I., Proença, V., Rey-Benayas, J., Sans, F.X., Seifert, C., Stalenga, J., Timaeus, J., Török, P., van Swaay, C., Viik, E. & Tschardtke, T. 2015. Harnessing the biodiversity value of Central and Eastern European farmland. *Diversity and Distributions* 21: 722–730. [IF₂₀₁₅: 4,566]

Batáry, P., Gallé, R., Riesch, F., Fischer, C., Dormann, C.F., Mußhoff, O., Császár, P., Fusaro, S., Gayer, C., Happe, A.-K., Kurucz, K., Molnár, D., Rösch, V., Wietzke, A. & Tschardtke, T. 2017. The former iron curtain still drives biodiversity-profit trade-offs in German agriculture. *Nature Ecology & Evolution* 1: 1279–1284.

Ernst, L.M., Tschardtke, T. & **Batáry, P.** 2017. Grassland management in agricultural vs. forested landscapes drives butterfly and bird diversity. *Biological Conservation* 216: 51–59. [IF₂₀₁₆: 4,022]

Az értekezés témájához szorosan kapcsolódó további publikációk:

Batáry, P., Báldi, A., Szél, G., Podlussany, A., Rozner, I. & Erdős, S. 2007. Responses of grassland specialist and generalist beetles to management and landscape complexity. *Diversity and Distributions* 13: 196–202. [IF₂₀₀₇: 2,965]

Batáry, P., Orci, K. M., Báldi, A., Kleijn, D., Kisbenedek, T. & Erdős, S. 2007. Effects of local and landscape scale and cattle grazing intensity on Orthoptera assemblages of the Hungarian Great Plain. *Basic and Applied Ecology* 8: 280–290. [IF₂₀₀₇: 2,247]

Batáry, P., Báldi, A., Samu, F., Szűts, T. & Erdős, S. 2008. Are spiders reacting to local or landscape scale effects in Hungarian pastures? *Biological Conservation* 141: 2062–2070. [IF₂₀₀₈: 3,566]

Kleijn, D., Kohler, F., Báldi, A., **Batáry, P.**, Concepción, E.D., Clough, Y., Díaz, M., Gabriel, D., Holzschuh, A., Knop, E., Kovács, A., Marshall, E.J.P., Tschardtke, T. & Verhulst, J. 2009. On the relationship between farmland biodiversity and land-use intensity in Europe. *Proceedings of the Royal Society B-Biological Sciences* 276: 903–909. [IF₂₀₀₉: 4,857; Web of Science highly cited (top 1%)]

Batáry, P., Báldi, A., Sárospataki, M., Kohler, F., Verhulst, J., Knop, E., Herzog, F. & Kleijn, D. 2010. Effect of conservation management on bees and insect-pollinated grassland plant communities in three European countries. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 136: 35–39. [IF₂₀₁₀: 2,790]

Batáry, P., Matthiesen, T. & Tschardtke, T. 2010. Landscape-moderated importance of hedges in conserving farmland bird diversity of organic vs. conventional croplands and grasslands. *Biological Conservation* 143: 2020–2027. [IF₂₀₁₀: 3,498]

Ludwig, M., Schinklert, H., Holzschuh, A., Fischer, C., Scherber, C., Trnka, A., Tschardtke, T. & **Batáry, P.** 2012. Landscape-moderated bird nest predation in hedges and forest edges. *Acta Oecologica* 45: 50–56. [IF₂₀₁₂: 1,621]

Tschardtke, T., Tylianakis, J.M., Rand, T.A., Didham, R.K., Fahrig, L., **Batáry, P.**, Bengtsson, J., Clough, Y., Crist, T.O., Dormann, C.F., Ewers, R.M., Freund, J., Holt, R.D., Holzschuh, A., Klein, A.M., Kremen, C., Landis, D.A., Laurance, W., Lindenmayer, D., Scherber, C., Sodhi, N., Steffan-Dewenter, I., Thies, C., Van der Putten, W.H. & Westphal, C. 2012. Landscape moderation of biodiversity patterns – eight hypotheses. *Biological Reviews* 87: 661–685. [IF₂₀₁₂: 10,256; Web of Science highly cited (top 1%)]

Fischer, C., Schinklert, H., Ludwig, M., Holzschuh, A., Gallé, R., Tschardtke, T. & **Batáry, P.** 2013. The impact of hedge-forest connectivity and microhabitat conditions on spider and carabid beetle assemblages in agricultural landscapes. *Journal of Insect Conservation* 17: 1027–1038. [IF₂₀₁₃: 1,789]

Báldi, A., **Batáry, P.** & Kleijn, D. 2013. Effects of grazing and biogeographic regions on grassland biodiversity in Hungary – analysing assemblages of 1200 species. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 166: 28–34. [IF₂₀₁₃: 3,203]

- Haenke, S., Kovács-Hostyánszki, A., Fründ, J., **Batáry, P.**, Jauker, B., Tschardtke, T. & Holzschuh, A. 2014. Landscape-scale configuration of crops, forest edges and hedgerows affect local syrphid fly abundance in semi-natural habitat and adjacent crop fields. *Journal of Applied Ecology* 51: 505–513. [IF₂₀₁₄: 4,564]
- Marja, R., Herzon, I., Viik, E., Elts, J., Mänd, M., Tschardtke, T. & **Batáry, P.** 2014. Environmentally friendly management as an intermediate strategy between organic and conventional agriculture to support biodiversity. *Biological Conservation* 178: 146–154. [IF₂₀₁₄: 3,762]
- Liu, Y., Rothenwöhler, C., Scherber, C., **Batáry, P.**, Elek, Z., Steckel, J., Erasmi, S., Tschardtke, T. & Westphal, C. 2014. Functional beetle diversity in managed grasslands: effects of region, landscape context and land use intensity. *Landscape Ecology* 29: 529–540. [IF₂₀₁₄: 3,500]
- Gonthier, D.J., Ennis, K.K., Farinas, S., Hsieh, H.-Y., Iverson, A.L., **Batáry, P.**, Rudolphi, J., Tschardtke, T., Cardinale, B.J. & Perfecto, I. 2014. Biodiversity conservation in agriculture requires a multiscale approach. *Proceedings of the Royal Society B-Biological Sciences* 281: 20141358. [IF₂₀₁₄: 5,051; Web of Science highly cited (top 1%)]
- Clough, Y., Ekroos, J., Báldi, A., **Batáry, P.**, Bommarco, R., Gross, N., Holzschuh, A., Hopfenmüller, S., Knop, E., Kuussaari, M., Lindborg, R., Marini, L., Öckinger, E., Potts, S.G., Pöyry, J., Roberts, S.P.M., Steffan-Dewenter, I. & Smith, H.G. 2014. Density of insect-pollinated grassland plants decreases with increasing surrounding land-use intensity. *Ecology Letters* 17: 1168–1177. [IF₂₀₁₄: 10,689]
- Kormann, U., Rösch, V., **Batáry, P.**, Tschardtke, T., Orci, K.M., Samu, F. & Scherber, C. 2015. Local and landscape management drive trait-mediated biodiversity of nine taxa on small grassland fragments. *Diversity and Distributions* 21: 1204–1217. [IF₂₀₁₅: 4,566]
- Sutcliffe, L.M.E., **Batáry, P.**, Becker, T., Orci, K.M. & Leuschner, C. 2015. Both local and landscape factors determine plant and Orthoptera diversity in the semi-natural grasslands of Transylvania, Romania. *Biodiversity and Conservation* 24: 229–245. [IF₂₀₁₅: 2,258]
- Rösch, V., Tschardtke, T., Scherber, C. & **Batáry, P.** 2015. Biodiversity conservation across taxa and landscapes requires many small as well as single large habitat fragments. *Oecologia* 179: 209–222. [IF₂₀₁₅: 2,902]
- Madeira, F., Tschardtke, T., Elek, Z., Kormann, U.G., Pons, X., Rösch, V., Samu, F., Scherber, C. & **Batáry, P.** 2016. Spillover of arthropods from cropland to protected calcareous grassland – the neighbouring habitat matters. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 235: 127–133. [IF₂₀₁₆: 4,099]
- Schinklert, H., Ludwig, M., **Batáry, P.**, Holzschuh, A., Kovács-Hostyánszki, A., Tschardtke, T. & Fischer, C. 2016. Forest specialist and generalist small mammals in forest edges and hedges. *Wildlife Biology* 22: 86–94. [IF₂₀₁₆: 1,280]
- Emmerson, M., Morales, M.B., Oñate, J.J., **Batáry, P.**, Berendse, F., Liira, J., Aavik, T., Guerrero, I., Bommarco, R., Eggers, S., Pärt, T., Tschardtke, T., Weisser, W., Clement, L. & Bengtsson, J. 2016. How agricultural intensification affects biodiversity and ecosystem services. *Advances in Ecological Research* 55: 43–97. [IF₂₀₁₆: 5,056]

- Lichtenberg, E.M., Kennedy, C.M., Kremen, C., **Batáry, P.** et al. (64 Authors). 2017. A global synthesis of the effects of diversified farming systems on arthropod diversity within fields and across agricultural landscapes. *Global Change Biology* 23: 4946–4957. [IF₂₀₁₆: 8,502]
- Rossetti, M.R., Tschardtke, T., Aguilar, R. & **Batáry, P.** 2017. Responses of insect herbivores and herbivory to habitat fragmentation: a hierarchical meta-analysis. *Ecology Letters* 20: 264–272. [IF₂₀₁₆: 9,449]
- Bosem Baillod, A., Tschardtke, T., Clough, Y. & **Batáry, P.** 2017. Landscape-scale interactions of spatial and temporal cropland heterogeneity drive biological control of cereal aphids. *Journal of Applied Ecology* 54: 1804–1813. [IF₂₀₁₆: 5,301]
- Happe, A.-K., Riesch, F., Rösch, V., Gallé, R., Tschardtke, T. & **Batáry, P.** 2018. Small-scale agricultural landscapes and organic management support wild bee communities of cereal field boundaries. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 254: 92–98. [IF₂₀₁₆: 4,099]
- Fischer, C., Gayer, C., Kurucz, K., Riesch, F., Tschardtke, T. & **Batáry, P.** 2018. Ecosystem services and disservices provided by small rodents in arable fields: effects of local and landscape management. *Journal of Applied Ecology* 55: 548–558. [IF₂₀₁₆: 5,301]
- Hass, A.L., Kormann, U.G., Tschardtke, T., Clough, Y., Baillod, A.B., Sirami, C., Fahrig, L., Martin, J.-L., Baudry, J., Bertrand, C., Bosch, J., Brotons, L., Burel, F., Georges, R., Giralt, D., Marcos-García, M.Á., Ricarte, A., Siriwardena, G. & **Batáry, P.** 2018. Landscape configurational heterogeneity by small-scale agriculture, not crop diversity, maintains pollinators and plant reproduction in Western Europe. *Proceedings of the Royal Society B-Biological Sciences* 285: 20172242. [IF₂₀₁₆: 4,940]



Dr. Batáry Péter

University of Goettingen
Agroecology

37077 Göttingen, Grisebachstr. 6, Germany

Phone: +49-551-3922358

E-mail: pbatary@gmail.com

<https://sites.google.com/site/pbatary>



AGROECOLOGY GROUP