

A SZÁRAZFÖLDI ÖKOSZISZTÉMÁK HAZAI KUTATÁSÁNAK NÉHÁNY KÉRDÉSÉRŐL¹

JERMY TIBOR

Növényvédelmi Kutató Intézet, Budapest

Az ökológiai kutatásoknak az utóbbi évtizedekben világszerte észlelt gyors iramú fejlődését kiváltó okok nálunk is közismertek. Ugyanezek az okok irányították a magyar biológusok egy részének a figyelmét fokozottabban az ökológiai problémákra, ennek eredményeképpen különösen a természetes ill. természetközeli viszonyokat mutató életközösségek ökológiai vizsgálata indult meg a hazánkban e célra rendelkezésre álló szerény szellemi és anyagi lehetőségekhez mérten viszonylag jelentős intenzitással [„Síkfőkút project” (JAKUCS 1973), természetvédelmi területek vizsgálata.]

Ezzel szemben sajnálatos tény, hogy a mezőgazdasági művelés alatt álló területek átfogó ökológiai kutatása — amelyre különösen a fejlett mezőgazdasággal rendelkező országokban az utóbbi két évtized során igen jelentős kutatási kapacitást összpontosítottak — nálunk mind ez ideig nem részesült kellő figyelemben. Az elmaradás oka részben abban keresendő, hogy a talaj-ökológiai és a növényvédelmi kutatások maguk is ökológiai megközelítésmódokat képviselnek, tehát ezek révén sok ökológiai információ áll rendelkezésünkre. Ezek az információk azonban csak bizonyos ökológiai részkérdések megválaszolására alkalmasak, de távolról sem jelentik egy konkrét agro-ökoszisztéma szerkezetének és funkcióinak teljes feltárását, ami pedig nélkülözhetetlen előfeltétele annak, hogy a modern mezőgazdasági termelés hatására bekövetkező környezeti változásokat megfelelő biztonsággal felmérjük, és módszereket dolgozzunk ki az agroökoszisztémák mind ökonómiai (termelési), mind humánökológiai (környezetvédelmi) szempontból optimális kialakítására és szabályozására.

Az agrárterületek széles körű ökológiai vizsgálatának szükségességét hazánkban különösen aláhúzza egyrészt az, hogy az ország területének közel 75%-a mezőgazdasági művelés alatt áll, másrészt, hogy a legújabb mezőgazdasági termelési módszerek (nagy kiterjedésű monokultúrák, kemizálás, stb.) ökológiai kihatásait nem ismerjük.

A mezőgazdasági területeken végzendő átfogó ökológiai kutatások tematikájának és módszereinek meghatározásával kapcsolatban önkéntelenül fel-

¹ A VII. Síkfőkúti Vitanapok keretében 1976. május 26-án elhangzott előadás.

merül azoknak az analógiáknak és eltéréseknek a kérdése, amelyek a természetes ill. az emberszabályozású szárazföldi ökoszisztémák vizsgálatának problémafelvetésében, feladataiban és metodikájában mutatkoznak. Az alábbiakban ezek elemzését kísérem meg, esetenként kiemelten tárgyalva az élő növényi anyagokat fogyasztó fitofág populációk kérdését. A fitofágok ugyanis több tekintetben különleges helyet foglalnak el az életközösségekben, és ökológiai szempontból is jelentősek lehetnek.

1. Az ökoszisztémák kutatásának fő irányai

Az ökoszisztémák vizsgálatának metodológiai is lényegesen eltérő fő irányai a következők:

1.1. A *szerkezet* vizsgálata a florisztikai és faunisztikai „leltár” összeállítását, a populációk térbeli és időbeli eloszlásának, mennyiségi viszonyainak felmérését, valamint a közöttük fennálló kapcsolatok rendszerének felderítését foglalja magában.

1.2. Az ökoszisztémák funkciójával foglalkozó kutatások egyik ágát a *produktóbiológiai* vizsgálatok alkotják, amelyeknek tárgya

a) az *anyagáramlás* és

b) az *energiáramlás* az élelmi hálózaton keresztül;

c) a *populációk közötti produktóbiológiai kölcsönhatások*, tehát az a kérdés, hogy az egyik populáció tevékenysége hogyan befolyásolja a másik produktóját [pl. egy fitofág rovarpopuláció hogyan hat a tápnövény-állomány produktós potenciáljának realizálódására (JERMY 1957)].

1.3. A funkció-kutatás másik ágát a *populációdinamikai* vizsgálatok képviselik. Ezek célja a populációk — különösen az állatpopulációk — egyedsűrűségében megnyilvánuló fluktuációk okainak feltárása.

1.4. A *szukcesszió* vizsgálata az ökoszisztémát alkotó, vagy az ökoszisztéma egy részletét (pl. állat-tetem) benépesítő fajok összetételében végbemenő, többé-kevésbé irreverzibilis időbeli változások törvényszerűségeit deríti fel.

1.5. A *fejlődéstörténeti* megközelítés az ökoszisztématípusok evolúcióját ill. az ökoszisztémáknak egyes fajok evolúciójában játszott szerepét teszi vizsgálat tárgyává.

Fenti kutatási irányokat világszerte rendkívül eltérő intenzitással művelik, nemcsak az egyes kutatók és kutatócsoportok beállítottságától függően, hanem aszerint is, hogy a konkrét vizsgálatok milyen típusú ökoszisztémákban folynak.

2. A természetes ökoszisztémák vizsgálata

A természetes ökoszisztémák vizsgálatának legfontosabb feladatait — az 1. pont alatt felsorolt kutatási irányok alapján — a következőkben összegezhethetjük:

2.1. A természetes ökoszisztémák „leltározása” vagyis a biocönózisok faji összetételének megállapítása, mely a *szerkezet* felderítésének elengedhetetlen előfeltétele, a magasabb rendű növények és a nagygombák, tehát a fitocönózisok vonatkozásában nem jelent nehézséget.

Összehasonlíthatatlanul nehezebb a helyzet a mikroorganizmusok és az állatok esetében. Minden eddigi próbálkozás, amely egy adott természetes ökoszisztéma egész állatvilágának felleltározására irányult, menthetetlenül csak részeredményekhez vezetett, többek között azért, mert még mindig vannak állatcsoportok, amelyeknek taxonómiája nem kellőképpen tisztázott, vagy nem áll rendelkezésre olyan specialista, aki a begyűjtött állatok bizonyos csoportjainak taxonómiai feldolgozását vállalná. Ezért az állat-populációk ökológiai vizsgálata rendszerint csak a domináns populációkra, vagy — ami még gyakoribb és az ökoszisztéma egészének elemzése szempontjából még kevésbé elfogadható — egyes zootaxonómiai csoportokra szorítkozik. A hazai kutatásoknak is ez az egyik legszűkebb keresztmetszete.

Magának a biocönózis szerkezetének a megállapítása a magasabb rendű autotróf szervezeteket tekintve is nagyon munkaigényes feladat (pl. egy erdő különböző szintjeiben elhelyezkedő növényi részek mennyiségi viszonyainak felmérése növényfajok, valamint élő és elhalt állapot szerint). Azonban még nagyobb és egyelőre úgyszólván áthidalhatatlan nehézségekbe ütközik a heterotróf populációk közötti teljes kapcsolatrendszer felderítése, ami pedig a zoocönózisok szerkezetének megismerése szempontjából nélkülözhetetlen. Ebben az esetben is egyelőre csak a domináns populációkra és az élelmi hálózatban ezekhez kapcsolódó egyéb populációkra kell szorítkoznunk, holott populációdinamikai szempontból nagyon fontos lenne annak a megállapítása, hogy a mindig kis egyedszámban előforduló fajok populációit milyen kapcsolatok fűzik más populációkhoz.

2.2. A *produkcióbíológiai* kutatások a természetes szárazföldi ökoszisztémákban jelentős mértékben foglalkoznak az *anyag- és energiaáramlással*, s ennek keretében is elsősorban a primer produkció mennyiségi meghatározásával. A szekunder produkció elemzése terén a zooökológusok — a nagy metodikai nehézségek miatt — többnyire csak egyes domináns fitofág, detritofág, koprofág, stb. populációknak az életközösség anyag- és energiaforgalmában játszott szerepét tudják vizsgálni. A teljes élelmi hálózat energiaforgalmának felderítése jelenleg még nem lehetséges.

A fitofág populációk produkcióbíológiai szerepével kapcsolatban meg kell említeni, hogy a természetes szárazföldi ökoszisztémákban többnyire

sok fajjal vannak képviselve, de ezeknek csak elenyésző töredéke (néhány növényevő emlős), vagy csak esetenként (pl. gradáció idején egy-egy rovarpopuláció) fogyasztja számottevő mértékben az élő növényi anyagokat, fogyasztásuk azonban — pl. a mérsékelt égövi erdőkben — rendszerint kevesebb a netto primer produktum 10%-ánál (MATTSON és ADDY, 1975). Minthogy a fitofágokon keresztül áramló anyag és energia mennyisége a szárazföldi biocönózisok összes forgalma szempontjából ennyire jelentéktelen, ezért — az esetek többségében — nem érdemes vizsgálni.

A populációk közötti *produkcíobiológiai kölcsönhatásokkal*, például: a fitofág populációknak a biocönózis primer produkciójára gyakorolt hatásával viszonylag kevesen foglalkoznak, holott a fitofágok a primer producensek produkció-potenciáljának realizálódását nagyon jelentősen befolyásolhatják annak ellenére, hogy az általuk elfogyasztott élő növényi anyag mennyisége (pl. a tenyészőcsúcsot elpusztító szívó rovar esetében) elenyészően kevés a produkcióban beálló változáshoz képest (JÉRMY 1957). Ez a hatás tehát egyáltalában nem arányos egy adott fitofág populáció energiaforgalmával vagy biomasszájával. Az e kérdésekre irányuló kutatások a biocönózis funkcióját jelentősen befolyásoló tényezők tisztázását teszik lehetővé, ezért a jövőben hazánkban is nagyobb figyelmet érdemelnek.

2.3. Az állatnépességek mennyiségi változásainak törvényszerűségeivel foglalkozó *populációdinamikai kutatásokat* évtizedek óta a legkiterjedtebben a mérsékelt égövi erdőkben végzik. Ez az oka annak, hogy a populációdinamika (gradológia) alapvető megállapításait az erdészeti entomológia szolgáltatta az erdei fafajokon élő fitofág rovarok népességmozgalmainak kutatása alapján. A fitofágok populációdinamikáját befolyásoló tényezők hatásának elemzése ma is a természetes életközösségek kutatásának homlokterében áll és egyre szélesebb körben igényel kísérleti ökológiai, élettani, viselkedéstani, stb. kutatásokat is. Az ilyen irányú vizsgálatok a hazai természetes ökoszisztémák kutatásában is megfelelő hangsúlyt kell, hogy kapjanak.

A természetes zoocönózisok egyéb tagjainak (paraziták, ragadozók, detritofágok, stb.) populációdinamikája lényegesen kevésbé ismert, pedig egy ökoszisztéma működésének megértéséhez legalább a domináns populációk dinamikáját fel kellene tárnunk. Emellett azonban nem szabad megfeledkeznünk a mindig alacsony egyedszámban előforduló „ritka fajokról” sem, mert az állandóan kis denzitást eredményező szabályozó mechanizmusok még kevésbé ismertek, mint a populációk nagy fluktuációit kiváltó hatások. Sajnos, előbbieket kutatása világszerte elhanyagolt területe az ökológiának, és kapacitás hiányában nálunk sem remélhető a közeli jövőben ilyen kutatások megindítása.

2.4. A primer producensek *szukcessziójának* vizsgálata a fitocönológia évtizedek óta intenzíven művelt ága. Összehasonlíthatatlanul kevesebb információval rendelkezünk az állatvilágnak a növényi szukcesszióval kap-

csolatban végbemenő, azt esetleg befolyásoló, de attól mindenképpen nagy mértékben függő szukcessziós folyamatairól. Utóbbiak kutatásának lehetőségei hazánkban jelenleg hiányzanak, de korlátozott lehetőségeinkre és egyéb fontosabb feladatainkra való tekintettel megkezdésük nem is lenne indokolt.

2.5. A természetes életközösségek *evolúciója* a biológia kevésbé kutatott területei közé tartozik. Ugyancsak viszonylag kevésbé feltárt kérdés a cönózisos szelektációs hatásának szerepe a fajkeletkezésben. Ezek vizsgálatához megfelelő hazai biológiai iskolával nem rendelkezünk.

3. Az agroökoszisztémák* vizsgálata

3.1. *Az agroökoszisztémák és a táj.* Az agroökoszisztémák ökológiai vizsgálatával kapcsolatban felmerülő feladatok meghatározásához mindenekelőtt tekintetbe kell vennünk, hogy az agroökoszisztémák létrehozása és fenntartása adott területen csak a természetes ökoszisztémák alapvető megváltoztatásával, úgyszólván megsemmisítésével válik lehetővé. Az ember az agroökoszisztémák fenntartása során állandó harcban áll egyrészt a vegetáció restitúciós törekvéseivel (különböző őshonos és adventív növényfajok gyomokként állandó konkurrenciát jelentenek a többnyire sokkal kevésbé versenyképes kultúrnövényeknek), másrészt a fitofágok egész seregével, amelyek a számukra kedvezőbbé vált viszonyok között tömegesen elszaporodva megsemmisítéssel fenyegethetik a kultúrnövényeket. Mihelyt magára hagyunk egy agroökoszisztémát, az a természetes vegetáció terjeszkedése következtében hosszabb-rövidebb időn belül valamilyen természet közeli életközösséggé alakul át.

Az ember mezőgazdasági tevékenységével tehát gyökeresen megváltoztatja a tájat, de a létrehozott agroökoszisztémák semmi esetre sem függetlenek az eredeti tájtól! Ez különösen abban nyilvánul meg, hogy az agrárterületen mindig számolni kell az eredeti, természetes ökoszisztémából visszamaradt, ill. a környező területekről betelepülő populációkkal. Ezek egy része az ember mezőgazdasági céljaival ellentétesen hat, azonban vannak közöttük szép számmal olyanok is, amelyeket az ember hasznosítani tud. Ilyenek pl. a fitofágokat pusztító természetes ellenségek, a megporzó rovarok, a humifikáló szervezetek, stb. A fejlett mezőgazdasággal rendelkező országokban az utóbbi évek folyamán egyre általánosabbá vált az a törekvés, hogy a táj hasznos természetes elemeit céltudatosabban építsék bele a korszerű mező- és erdőgazdasági eljárásokba. Kiderült, hogy az így kialakított harmonikus,

* Anélkül, hogy e fogalom részletes megvitatásába bocsátkoznék, félreértések elkerülése végett a következő definíciót bocsátom előre: az *agroökoszisztéma* a bioszférának olyan része, amelynek anyag- és energiaforgalmát döntően és állandóan az ember mezőgazdasági tevékenysége szabja meg.

integrált termelési eljárások nemcsak az emberi környezet kedvezőbb formálása szempontjából előnyösek, hanem adott esetben gazdaságosabbak is.

Az integrált termelési eljárások csak akkor valósíthatók meg, ha előbb mélyreható elemzésekkel feltárjuk az agroökoszisztémákban hasznosítható természetes elemeket és hasznosításuk módszereit. Ez sok vonatkozásban egészen új típusú feladatokat jelent, mert a termelési módszerek az utóbbi években gyökeresen megváltoztak és új helyzetet teremtettek az agroökoszisztémákban, tehát a korábbi ilyen irányú kutatások — amelyek akkor sem voltak megfelelően széles körűek, s nálunk különösen nem — nem nyújtanak kellő támpontot az aktuális teendők meghatározásához.

Ezek előre bocsátásával az agroökoszisztémák vizsgálatának legfontosabb feladatait — az 1. pont alatt megadott kutatási irányoknak megfelelően — az alábbiakban határozhatjuk meg:

3.2. Az agroökoszisztémák *szerkezetének* megállapításához a „leltár” elkészítése ugyanolyan nélkülözhetetlen kiindulási alap, mint a természetes ökoszisztémák vizsgálatánál. Ezzel kapcsolatban érdemes megjegyezni, hogy világszerte csak a legutóbbi időkben kezdik megkísérelni egyes agroökoszisztémák teljes faji összetételének feltárását. Ugyanis az ilyen jellegű kvantitatív vizsgálatok korábban csak a legfontosabb fitofágokra és ezek populációdinamikáját közvetlenül befolyásoló zoofág populációkra szorítkoztak, de úgyszólván teljesen figyelmen kívül hagyták a gazdasági károosság szintjére ritkán vagy sohasem emelkedő fitofágokat, még inkább a gyomnövényeken kialakuló állattársulások tagjait. Magyarországon sem folyt ilyen átfogó „leltározás”, ezért ezt a hazai agroökoszisztéma-kutatások egyik alapvető, nélkülözhetetlen feladatának kell tekintenünk.

Az agroökoszisztémák funkciójának vizsgálatához elengedhetetlenül fontos következő teendő a populációk közötti kapcsolatok rendszerének a felderítése. Ez — a fajok kisebb száma miatt — az agroökoszisztémákban lényegesen könnyebb, mint a természetes életközösségekben, azonban még itt is rendkívül szerteágazó és nagyon munkáigényes feladatot jelent.

3.3. A *produkciobiológiai* feladatok meghatározásához tekintetbe kell vennünk, hogy az agroökoszisztémákat a természetesektől a következők különböztetik meg:

— az anyagok recirkulációja vonatkozásában: egyrészt az ember a primer produktum kisebb (pl. alma) vagy nagyobb részét (pl. lucerna széna) eltávolítja az agroökoszisztémából; másrészt az ember anyagokat pótol vissza (szerves és műtrágya), sőt, több növényi tápanyagot és vizet vihet be a rendszerbe, mint amennyi természetes viszonyok között ott rendelkezésre állt (talajjavítás, mikroelemtrágyázás, öntözés);

— a primer produkció egy vagy néhány növényfajra korlátozódik, tehát a heterotróf (főleg a fitofág) szervezetek energiabázisának diverzitása csekély;

— a növényvédelmi rendszabályok eredményeképpen a fitofágok és a belőlük kiinduló élelmi láncok produkciója a primer produktum mennyiségéhez viszonyítva elenyészően csekély.

Ennek megfelelően az agroökoszisztémák produkcióbiológiai vizsgálata főleg a következőkre irányul:

— a fitofágok és a növénypatogén mikroorganizmusok effektív, ill. potenciális hatása a kultúrnövények által képviselt produkciós potenciál realizálására (effektív, ill. potenciális gazdasági kár);

— a gyomoknak mint a kultúrnövények konkurrensainak hatása a produkciós potenciál realizálására (gyomok kártétele);

— a talajmikroflóra és -fauna anyag- és energiaforgalmazó szerepe (humifikáció, nitrifikáció, denitrifikáció, stb.).

Az első két feladat a legfontosabb állati kártevők, növénybetegségek, valamint a gyomok vonatkozásában a növényvédelmi kutatás hatáskörébe tartozik, s ezen a téren igen kiterjedt ismeretekkel rendelkezünk, bár ezek távolról sem tekinthetők teljeseznek. A harmadik problémakörrel a talajbiológia régóta foglalkozik, ennek ellenére sem állítható, hogy a talajmikroflóra és -fauna egyes tagjainak produkcióbiológiai szerepe tisztázott lenne.

3.4. *Populációdinamikai szempontból az agroökoszisztémák az alábbiakban térnek el a természetesektől:*

— mind az autotróf, mind a heterotróf populációk túlnyomó többségének dinamikáját alapvetően az ember szabályozza, az egyéb szabályozó tényezők jelentősége nagyon változó;

— a heterotrófok fajsámának jelentős csökkenése miatt a populációdinamikai kölcsönhatások (élelmi hálózatok) lényegesen kevésbé összetettek, s ezeket is jelentősen befolyásolja az emberi tevékenység.

Az agroökoszisztémák populációdinamikai vizsgálata rendkívül fontos, hiszen — mint fentebb már szó volt róla — számos populáció nélkülözhetetlen segítője, vagy ellenkezőleg, akadályozója a mezőgazdasági termelésnek.

Éppen az agroökoszisztémákban megfigyelhető populációdinamikai jelenségek — egyes kártevő állatok tömeges elszaporodása, vadon élő hasznos állatok pusztulása — vetették fel az agroökoszisztémák „egyensúlyának” kérdését. A mezőgazdasági termelés iparszerű módszereinek elterjedésével egyidejűleg külföldön is és hazánkban is egyre gyakrabban hallható az a vélemény, hogy az agroökoszisztémák szabályozásának modern módszerei — a teljes gépesítés, a nagyfokú kemizálás, a monokultúrák térhódítása — a „klasszikus” mezőgazdasági termelésben alkalmazott módszerekhez viszonyítva a táj sokkal mélyrehatóbb megváltoztatását jelentik, s ezek a változások egyrészt károsan hatnak vissza magára a termelésre, másrészt az emberi környezet optimális kialakítása szempontjából is hátrányosak.

Ezek az aggályok a legélesebben a növényevő állatok és a gyomok visszaszorítására használt növényvédőszer (peszticidek), valamint a mű-

trágyák alkalmazásával kapcsolatban merülnek fel, és két csoportba sorolhatók:

— *környezetvédelmi aggályok*, amelyek abból adódnak, hogy a kemikáliák nemcsak az alkalmazásuk helyén hatnak, hanem esetenként az élelmiszereken, takarmányon keresztül, valamint a talajvíz szennyezése révén a távolabbi környezetet is veszélyeztetik;

— *populációdinamikai* vagy az *agroökoszisztémák stabilitásával kapcsolatos aggályok*, amelyek azt vetik a modern mezőgazdaság szemére, hogy a peszticidek, különösen a fitofágok ellen alkalmazott zoocidok (elsősorban inszekticidek), megszüntetik az agroökoszisztémákban meglévő természetes populációdinamikai (biotikus) szabályozó mechanizmusokat, s ezzel a peszticidek egyre fokozódóbb használatát teszik szükségessé; emellett a gyomirtás hozzásegít a fauna elszegényítéséhez, s ezzel tovább csökken a cönózis diverzitása, ami a stabilitás további gyengülését eredményezheti.

A környezetvédelmi aggályok realitása közvetlenül belátható. A növényvédelmi kutatás és fejlesztés világszerte arra törekszik, hogy a konvencionális peszticidek alkalmazásával járó környezeti ártalmakat lehetőség szerint a minimumra csökkentse, a talajtani kutatások pedig a műtrágyák ésszerű és a környezetet a legkevésbé veszélyeztető alkalmazásának módszereit dolgozzák ki.

A populációdinamikai aggályok kevésbé egyértelműek, s e téren két szélsőséges nézet uralkodik:

Az egyik végletet képviselik egyes ökológusok és agrobiológusok, akik szerint a „klasszikus” mezőgazdasági termelés viszonyai között hatékony biotikus szabályozó mechanizmusok (pl. a fitofágok egyedszámát szabályozó élősködők, ragadozók) érvényesültek, ezeket a modern termelési módszerek megsemmisítették, s ezért vált szükségessé a peszticidek rendszeres használata. Szerintük ebből a bűvös körből csak úgy szabadulhatunk, ha ismét érvényre juttatjuk a természetet az agroökoszisztémákban (ELTON 1963).

A másik véglet szószólói szerint a természetes szabályozó mechanizmusok bizonytalanok és nem eléggé hatásosak ahhoz, hogy a mezőgazdaság fejlődésének mai fokán biztosítsák a termelést veszélyeztető populációk kellően alacsony szinten való szabályozását. E vélemény képviselői szerint az ember egyébként is rendelkezik mindazokkal az eszközökkel, amelyekkel az agroökoszisztémákat teljes egészükben úgy tudja szabályozni, hogy azok állandóan, hosszú távon és egyenletesen, sőt, esetleg még jelentősen növelhető termelékenységgel működjenek.

Ma már egyre általánosabbá válik az a felfogás, hogy mindkét szélsőséges álláspont helytelen, s hogy az optimális megoldást a korszerű mezőgazdasági termelő eszközök ökológiailag megalapozott használatában kell keresnünk. Más szóval: az agroökoszisztémák akkor elégítik ki optimálisan az ember ökonómiai és környezethigiénés érdekeit, ha a mezőgazdasági termelés korszerű

technológiáját kombináljuk az adott tájban rejlő természetes szabályozó mechanizmusokkal. Ehhez azonban az agroökoszisztémáknak a jelenleginél sokkal alaposabb ökológiai elemzése szükséges. A kutatásokat mindenekelőtt a fitofágok, a beporzók és a talaj termékenységének fenntartásában szerepet játszó szervezetek populációdinamikájára kell összpontosítani. (A fitofágokkal kapcsolatos feladatok részletesebb tárgyalására a 4. pontban visszatérek.)

3.5. Az agroökoszisztémák fenntartását biztosító legalapvetőbb mezőgazdasági technológiai eljárások állandóan megghiúsítják a vegetáció szukcessziós folyamatait, ezért az agroökoszisztémák ökológiai kutatása során a *szukcesszió* vizsgálata természetesen elesik.

3.6. Az *evolúciós* folyamatok elemzése az agroökoszisztémák egészére nézve ugyancsak nem jön tekintetbe, azonban egyes növény- és állatfajokkal kapcsolatban fontos lehet. Ugyanis az agroökoszisztémák, mint a természetes ökoszisztémáktól merőben eltérő ökológiai viszonyokat képviselő életterek, igen erős szelekciós hatást gyakorolhatnak a természetes környezetből betelepülő vagy más földrajzi területekről behurcolt növény- és állatfajokra. Példaként említhetők a kultúrnövényekhez alkalmazkodott növényevő állatok és növénypatogén mikroorganizmusok, a peszticideknek ellenálló károsító rasszok, a rezisztens kultúrnövényfajtákat megtámadó agreszív károsító törzsek, stb.

Mindezek igen fontos tárgyai a növényvédelmi kutatásnak, s ugyanakkor a mikroevolúciós mechanizmusok tanulmányozására is alkalmasak.

4. A fitofágok populációdinamikájának kutatása az agroökoszisztémákban

4.1. A *fitofágok szerepe* az agroökoszisztémákban a következő:

A *kultúrnövényeken élők*

— igen alacsony abundancia mellett nem befolyásolják a kultúrnövény termelését, esetenként még növelhetik is;

— bizonyos abundancia-érték felett csökkentik a termelést, extrém esetben elpusztíthatják a kultúrnövényt, minőségi károkat okozhatnak;

— növénypatogén mikroorganizmusokat terjeszthetnek.

A *gyomnövényeken élők* közül

— a gyomfajokra szűken specializáltak jelenléte előnyös a kultúrnövény termelésére szemponjtól, mert csökkentik a konkurens gyomok káros hatását, továbbá köztes gazdái lehetnek a kultúrnövényeket károsító fitofágok entomofág ellenségeinek, patogénjeinek, s így közvetve részt vehetnek a fitofág populációk szabályozásában;

— a kultúrnövényekre is ártalmas fajok, mint közvetlen károsítók vagy betegségterjesztők, hátrányosak lehetnek a kultúrnövényre nézve.

Az agroökoszisztémák fitofág populációinak szerepe tehát nagyon sokrétű, és az abundanciától függően változhat is.

4.2. A fitofág populációkat szabályozó főbb tényezők az agroökoszisztémákban a következők:

Biotikus tényezők:

— a táplálék minősége (a kultúrnövény biokémiai, morfológiai, mechanikai, stb. tulajdonságai elősegíthetik, vagy pl. egy rezisztens kultúrnövény fajta esetében csökkenthetik a szaporodóképességet);

— etológiai tényezők (pl. a kultúrnövényállomány megtalálásának valószínűsége az adott növényfaj előző évi állományától való távolság függvénye, stb.);

— természetes ellenségek (zoofágok és patogének).

Abiotikus tényezők:

— meteorológiai és mikroklimatikus tényezők (az előbbieket nem specifikusak az agroökoszisztémákban, de utóbbiak jelentősen eltérhetnek egy adott fitofág populáció természetes környezetében uralkodó viszonyoktól);

— a talaj mechanikai és kémiai tulajdonságai (ezeket az agrotechnikai eljárások jelentősen megváltoztathatják).

Antropogén tényezők: tulajdonképpen az előbbieket egy része (állományszűrűség és mikroklíma kialakítása, vetésforgóban a „veszélyes szomszédság” elkerülése, talajművelési eljárások, stb.) ide sorolandó, de a legtipikusabbak a fitofágok ellen alkalmazott növényvédelmi eljárások.

A felsorolt populációdinamikai tényezők hatását, ill. a hatás mechanizmusát az eddigi kutatások nagyon eltérő mértékben tárták fel. Így az antropogén tényezők közül főleg a korszerű növényvédőszerrel közvetlen és közvetett populációdinamikai hatását vizsgálja részletesen a növényvédelmi kutatás, hiszen a peszticidek gyakorlati alkalmazása ezen alapszik. Lényegesen kevésbé ismertek a legújabb, iparszerű termelési módszerek populációdinamikai hatásai.

Az abiotikus tényezők szerepével ugyancsak foglalkozik a növényvédelem, azonban még itt is nagyon sok a nyitott kérdés, ami többek között a meteorológiai tényezők, a mikroklíma és a populációdinamika közötti összefüggések rendkívül bonyolult voltára vezethető vissza. Tehát ezen a területen is sok ökológiai kutatásra van még szükség.

Még több megoldandó feladattal állunk szemben a biotikus populációdinamikai tényezők feltárása terén. Nagyon kevésbé tisztázott például a kultúrnövények korszerű tápanyagellátása és a fitofágok szaporodása közötti kapcsolat, vagy a természetes ellenségeknek a fitofágok populációdinamikájában játszott szerepe, még kevésbé az, hogy ezek a szabályozó mechanizmusok hogyan kombinálhatók a legújabb termesztés-technológiákkal. Mindmennyi sürgős megoldásra váró ökológiai probléma!

Csak ezeknek az ökológiai ismereteknek a birtokában válik majd lehető-

vé annak az eldöntése, hogy a többnyire totális irtásra törekvő, és mind ökonómiai, mind környezetvédelmi szempontból nem feltétlenül a legkedvezőbb jelenlegi vegyszeres növényvédelmi eljárásokat milyen mértékben és milyen biztonsággal lehet a tájban meglévő szabályozó tényezők irányított felhasználásával, ill. egyéb, közvetlen vagy közvetett szabályozó beavatkozásokkal helyettesíteni.

5. A természetes ökoszisztémák és az agroökoszisztémák kutatásának viszonya

A 2. és 3. fejezetben tárgyaltakból kitűnik, hogy a természetes ökoszisztémák és az agroökoszisztémák kutatásában számos analógia mellett igen alapvető eltérések is vannak, mint az például a fitofágokra vonatkozóan az 1. táblázatban adott összefoglalásból is jól látható. Itt a legtöbb hasonlóság a populációdinamikát befolyásoló tényezők kutatása terén mutatkozik. A többi kérdésben már a probléma felvetése és a vizsgálat metodikája nagyon különböző lehet; például: a fitofágoknak a primer produkció mennyiségére gyakorolt hatását vizsgálva a természetes ökoszisztémákban a *tényleges hatás mérése* a cél, míg az agroökoszisztémában, ahol az emberi beavatkozás eleve alacsony szinten tartja a fitofág populációkat, nagyon fontos a *potenciális kár* megállapítása, ami kísérletekkel történik.

1. táblázat

A fitofág populációk vizsgálata az ökoszisztémákban

A vizsgálandó kérdés			
megnevezése	fontossága		
	a természetes ökoszisztémákban	az agroökoszisztémákban	
A fitofágok	hatása a vegetáció összetételére	igen (de gyakran lényegtelen)	nem (esetleg a gyomokra gyakorolt hatás)
	anyagforgalmazó szerepe	igen (de gyakran lényegtelen)	nem
	hatása a primer produkció mennyiségére	igen (effektív hatás)	igen (potenciális hatás)
	hatása a primer produkció minőségére	nem (ill. lényegtelen)	igen (potenciális hatás)
	populációdinamikáját befolyásoló – biotikus tényezők – abiotikus tényezők – antropogén tényezők	igen igen nem	igen igen igen

Még alapvetőbbek a különbségek a talaj élő szervezeteinek az ökoszisztémák funkciójában betöltött szerepére vonatkozó vizsgálatok során, hiszen a két ökoszisztéma-típusban a talaj merőben eltérő behatások alatt áll.

Mindebből az következik, hogy a természetes ökoszisztémák és az agroökoszisztémák közötti lényegbevágó strukturális és funkcionális különbségek miatt a két ökoszisztéma-típus kutatása több vonatkozásban jelentősen eltérő problémafelvetést és módszerbeli megközelítést igényel.

A természetes ökoszisztémák vizsgálata önmagában is rendkívül fontos és sürgetően időszerű feladat! Hiszen az ökoszisztémák működésének alap-törvényszerűségeit tárja fel, s ezzel mindenféle ilyen irányú kutatás kiindulásául szolgál; gyakorlati vonatkozásban pedig a természetet utánzó kultur-ökoszisztémák (telepített erdők, parkerdők, üdülőövezetek) létesítéséhez és stabilitásának biztosításához nyújt felbecsülhetetlen értékű segítséget.

Ezek a kutatások tehát megalapozzák, de semmiképpen sem helyettesítik az agroökoszisztémákban végzendő ökológiai vizsgálatokat, mert csakis utóbbiak eredményei adhatnak konkrét választ a korszerű mezőgazdasági termelés viszonyai között felmerülő kérdésekre. Ennek a felismerése alapján kezdeményezte a MTA Zoológiai Bizottsága és Növényvédelmi Bizottsága — a szerző javaslatára — egyelőre két fontos kultúrnövényünk, a kukorica és a téli alma állományainak, mint tipikus és a legkorszerűbb termesztéstechnológiai beavatkozásokban részesülő agroökoszisztémáknak az átfogó ökológiai feltárását. A terepvizsgálatokat 1976-ban kezdtük meg a mezőföldi kukoricatermesztő tájon és a Nyírség gyümölcsöseiben.

Már a program kidolgozásakor nyilvánvaló volt, hogy megfelelő eredményeket csak számos botanikai, zoológiai, mikrobiológiai, talajtani, növényvédelmi, s nem utolsósorban számítástechnikai és ökonómiai intézmény, kutatócsoport hosszan tartó szoros együttműködésétől remélhetünk. Az az általános érdeklődés, amelyet a közös munkába bekapcsolódott intézmények kutatói és az érintett termelési rendszerek vezető szakemberei már eddig is tanúsítottak a program iránt, feljogosít annak a reményére, hogy sikerülni fog minden eddiginél behatóbban megismerni az agroökoszisztémák működésének törvényszerűségeit.

IRODALOM

- JAKUCS P.: „Síkforkút Project”, egy tölgyes ökoszisztéma környezetbiológiai kutatása a bioszféra-program keretében. MTA Biol. Oszt. Közl. **16**, 11–25 (1973).
- JERMY T.: A termelésbiológia növényvédelmi vonatkozásai. Ann. Inst. Prot. Plant. Hung. **7**, 23–33 (1957).
- MATTSON, W. J.—ADDY, N. D.: Phytophagous insects as regulators of forest primary production. Science **190**, 515–522 (1975).
- ELTON, CH.: The ecology of invasions by animals and plants. London (1963).