

A populációs szemlélet a korszerű biológiában

Ma már senki sem kételkedik abban, hogy a populáció szerepének felismerése és általában a populációs szemlélet kialakulása a biológiai tudományok legnagyobb vívmányai közé sorolható.

Eltekintve attól, hogy általánosan elfogadott meghatározása még nincs, abban a szakemberek megegyeznek, hogy a populáció egy faj egyedeinek olyan csoportosulása (állománya), amely az adott környezetben biztosítja az illető fajra jellemző életműködési folyamatok adott szintjét. Populációról csak ott beszélhetünk, ahol a csoportosulás egyedei között olyan sokoldalú és szoros kapcsolatrendszer alakul ki, amely biztosítja az illető „csoportosulás” egységességét mind a környező szerves (abiotikus), mind a szerves (biotikus) tényezőkkel szemben. A populáció mai értelmezése tehát nem az egyedek egyszerű szomszédságát vagy véletlen csoportosulását jelenti, hanem a faj szervezeti egységét, s egyben az élővilág egyik szervezetségi szintjét. Mint ilyen, a populáció anyagi, és pedig biológiai rendszernek tekinthető. Ennek — akár a többi, Bertalanffy és Amosov értelmezte anyagi rendszernek — olyan önszabályozó mechanizmusa van, amely a folytonosan változó abiotikus környezetben biztosítja saját egységességét és viszonylagos egyensúlyát. A viszonylagos egyensúlyi állapot a populáció szerkezeti elemeire (állomány, egyedsűrűség, területfoglalás, biológiai differenciálódás) és a populáció stabilizáló, illetve dinamikus folyamataira egyaránt vonatkozik. A rendszerelmélet kialakulása lényegesen hozzájárult az ökológusok feltárta populáció filozófiai és később, Mac Fadyen munkája révén, energetikai értelmezéséhez. Eszerint a populáció nyitott anyagi rendszer, amely a környezetből felvett energia révén képes fennmaradni. Mint ilyen, határozott szerepet tölt be a biocönózis energia-áramlásában.

A populációs ökológia kérdései közül csupán néhányra szeretnék kitérni, nevezetesen azokra, amelyekről egyrészt széles körű vita folyik a szak- és nem szakirodalomban, másrészt pedig szervesen kapcsolódnak az én irányításom alatt álló kutatási programhoz. E program keretében elsősorban a kismalós populációk biológiai szerepére keresünk pontos választ. A továbbiak során a téma részleteire vonatkozó konkrét példáink is ezekre a kutatásokra vonatkoznak.

A populáció szervezetségét és egységességét a szerkezeti és funkcionális alkelemtölemek viszonylagos egyensúlyi állapota biztosítja. Természetes tehát, hogy éppen ezeknek az elemeknek a vizsgálata alkotja a populációs ökológia lényegét, s éppen ezek körül folyik a legtöbb vita. A „szerkezeti” és „funkcionális” felosztás talán túl önkényesnek tűnhetik. Úgy vélem, helyes, ha az önszabályozó mechanizmusokat — melyek lényegükben stabilizáló és dinamikus folyamatok — nem említtem a szerkezeti elemek között. Elfogadom Petruszewicz (1966) fogalmazását, aki a populáció szervezetségén a szerkezeti és funkcionális elemek összességét érti. A továbbiakban azonban, amikor a szerkezeti és funkcionális elemek konkrét felosztására kerül sor, helyenként kénytelen vagyok az említett szerzőnek is ellentmondani. De lássuk csak, melyek a populáció szerkezeti elemei.

A populációs szerkezet legkézzelfoghatóbb megnyilvánulása az egyedek száma, vagyis a populáció állománya. Ezzel azt fejezzük ki, hogy az adott populáció egy bizonyos időben és egy bizonyos területen hány fővel rendelkezik. Amikor azt mondom, hogy egy tíz hektárnyi lóherés mezei pocok populációja tizenötezerre rúg, akkor az illető populáció állományáról beszélek.

Egyedsűrűsége a populáció egy bizonyos területegységre jutó egyedszámát értjük. Például egy tíz hektárnyi lóherésen élő pocokpopuláció száz négyzetméternyire jutó sűrűsége húsz. Az egyedsűrűség tehát relatív fogalom, és azt fejezi ki, hogy egy adott pillanatban, egy bizonyos területegységen milyen a populáció sűrűsége. Ennek ellenére az egyedsűrűség rendkívül fontos szerkezeti tényező, mert közvetlenül hat a többi szerkezeti elemre (területfoglalás, társadalmi csoportosulás és állomány). Igaz, az egyedsűrűség és az állomány viszonya a mai napig sem tisztázódott. A kutatók egy csoportja amellett foglalt állást, hogy az egyedsűrűség nem befolyásolja az állományt és annak ingadozását. Ugyanakkor az amerikai iskola egyes képviselői, mint Chitty (1960) és Christian (1961) kimutatták, hogy az állomány közvetlenül függ az egyedsűrűségtől. Megfigyelésem szerint mindkét félnek igaza van; az egyedsűrűség hatása nem mindig közvetlen, legalábbis nem lehet kimutatni. Elsősorban a többi szerkezeti elem módosítása révén érvényesül (területbírás, kor és nemi arány alakítása).

TERÜLETFOGLALÁS ÉS TÁRSADALMI HIERARCHIA

Populációs szerkezeten eredetileg csak az egyedek térbeli elhelyezkedését értették. Ez a felfogás főleg az ötvenes évek szakirodalmában volt uralkodó. Később a szerkezeti elemek közé sorolták az állományt és az egyedsűrűséget is. Amint látni fogjuk, a populációs szerkezet sokkal átfogóbb. Tekintettel arra, hogy a szerkezeti elemek közül az állomány és területfoglalás alkotják a legtöbb ökológiai iskola kutatási tárgyát, ma éppen ezekről tudunk a legtöbbet.

A területfoglalás nem más, mint a populáció térbeli (topografikus) szerkezete. Ezen elsősorban azt értjük, hogy az illető populáció egyedei miként használják ki az elfoglalt területet. Ez természetesen összefügg az illető faj biológiai tulajdonságaival és a környezeti adottságokkal. Minden esetben azonban adaptív jellegű, tehát a faj fennmaradásának biztosítását célozza. Lássunk néhány példát. Az énekes madarak többsége költés idején párosával úgynevezett fészkelési területet választ. Ennek nagysága éppen akkora, hogy biztosítja a fiókák felneveléséhez szükséges táplálékmennyiséget. A párok rendszerint védik fészkelési területük határait, s így a populáció többi egyede csak egy bizonyos távolságra foglalhat magának fészkelési területet. Ez biztosítja az egyedek populáción belüli többé-kevésbé egyenletes eloszlását s ennek révén a terület és táplálkozási lehetőségek hathatósabb kihasználását. A fészkek kaotikus felhalmozódása egy adott területen bizonyosan táplálékhiányhoz és a fiókák pusztulásához vezetne.

A fiókák kirepülése a fészkelési területek felbomlását okozza. A család már nincs hozzákötve egy bizonyos területhez, s csapatokba verődve, helyről helyre vonulva szerzi be a szükséges táplálékot. A populáció topografikus szerkezete tehát megváltozott.

A mezei pocok populációk egyedeinek normális egyedsűrűség mellett szintén „területük” van. A területfelosztás annyira szigorú, hogy az idegen helyre belépő pockot kegyetlenül elűzi a „tulajdonos”. Túlnépesedéskor azonban megváltozik a populáció topografikus szerkezete. Az egyedek területe leszűkül, s később az egye-

dek családokba tömörülnek, most már az egyes családok területéről beszélhetünk. Az adott túlnépesedési feltételek között ugyanis a közös területvédelem, táplálékszerzés a leghathatósabb. De a túlnépesedés további fokozódása és a táplálékhiánya a területek felbomlásával jár. Ilyenkor az egész populáció kaotikus mozgásba kerül, s az egyedek egy része elvándorol. A megritkult populációkban visszaáll ismét az illető fajra jellemző területfoglalás.

Számos példával lehetne még bizonyítani, hogy a populációk topografikus szerkezete mennyire változatos és dinamikus. Az agrocönózisokban végzett kísérleteink arra utalnak, hogy az itt élő apróemlős populációk szerkezete a legváltozatosabb és a legdinamikusabb. Csakhogy itt az egyedszám mellett az agrotechnikai műveletek hatása a legfontosabb (Hamar, M. and Sutova, M.: Estimation of rodent home ranges in different agrosystems. Oxford, 1968). Helytelen azonban az a vélemény, hogy az agrocönózisokban élő populációk szerkezet nélküli csoportosulások. Csupán annyi igaz, hogy a szerkezeti elemek időbeli összjátéka merőben eltérő az úgynevezett „stabil” (vad) populációkétól.

A populációk topografikus szerkezetének tanulmányozása fényt derített a populáción belüli „társadalmi” csoportosulásra (rétegződésre, hierarchiára) is. Megállapították, hogy egy populáción belül az illető faj egyedei élhetnek magányosan, családokban, csoportokban és csordákban. A „társadalmi rétegződés” meghatározó a populáció topografikus szerkezetére és az egyedek közötti viszonyra. A magányosan élő egyedeknek saját területük van, s itt nem beszélhetünk „társadalmi” rétegződésről sem. A családokban élő állatok körében sem mindig jelentkezik a rétegződés, a területbírás és táplálékszerzés azonban közös. Más a helyzet az olyan csoportosulások esetében, amikor megjelenik a differenciálódás is, például „vezér” és „alárendelt”. Ilyenkor a közös területfoglalás és táplálékgyűjtés, fészekrakás mellett a csoporton belül az egyedek cselekvése (viselkedése) is koordinált, amelyet akusztikus vagy vizuális jelekkel (különleges hangokkal, mozdulatokkal) biztosítanak. A társadalmi csoportosulások előnyei nyilvánvalóak. Nemcsak előnyösebb területkihasználást, hanem hathatósabb védekezést és táplálékszerzést is biztosítanak az illető populáció egyedeinek.

Ezek a társadalmi csoportosulások dinamikus jellegűek egyazon faj populációjánál is. Emlékezzünk az énekes madarak példájára: költés idején párosan, utána pedig csoportosan élnek az egyedeik. A mezei pocok túlnépesedés idején a magányos életformáról áttér a családos és csoportos életformára. Úgyszintén a nyáron magányosan vagy családban élő güzü egér ősszel csoportokba verődik, s közösen épített fészekben, közösen összehordott táplálékon telel át.

BIOLÓGIAI SZERKEZET

A területfoglalás és a társadalmi csoportosulás különböző formái nem egyedi alkotóelemei a populációs szerkezetnek. A populációs vizsgálat hajnalán csak ezekben látták a populáció szerkezetének lényegét. Ennek magyarázata: a területfoglalás és a társadalmi csoportosulás a legkézzelfoghatóbb elemei a populációnak. Csakhogy, amint később kiderült, a populáció szerkezete sokkal bonyolultabb, mintsem elképzelték. Ezúttal elsősorban a Petruszewicz vezette lengyel, és a Svarc irányította szovjet iskola felfedezéseire utalok. Ugyanis ők mutattak rá először a populációt alkotó egyedek biológiai heterogenitására, amelyet később számos szakdolgozatban bizonyítottak.

A populáció biológiai szerkezetén az azon belül létező különböző kor- és súlycsoportokat, nemi arányt, nemzedékeket és genetikai csoportokat értünk. Így például,

ha egy adott pillanatban megvizsgálunk egy pocokpopulációt, akkor azt tapasztaljuk, hogy az tavalyi, tehát öreg, tavaszi (idei), tehát felnőtt és a vizsgálat előtt született, tehát fiatal egyedekből áll. De a populáció korösszetétele minden időszakban és évről évre változhatik. Következésképpen más az egyedek testsúly-viszonya is, hisz a különböző korú állatok súlya szintén különböző. A nemek közötti arány szintén rendkívül változó. Egy és ugyanazon faj populációjában időszakonként és évenként találhatunk hím- vagy nőstény-dominációt vagy éppen egyensúlyi helyzetet. Amint látjuk, a populáció szerkezetének ezek az elemei is rendkívül változatosak. De vajon ezek a változások nélkülöznek minden törvényszerűséget, s nincsenek összefüggésben a többi szerkezeti elemmel?

Az utóbbi évek kutatási eredményei arról tájékoztatnak, hogy ezek a biológiai szerkezeti elemek rendkívül fontos szerepet játszanak a populáció létezésében. Többek között általuk érvényesül az egyes önszabályozó mechanizmusok hatása, amely végül is szerkezeti és funkcionális elváltozásokhoz vezet. Egyben — akár csak a többi szerkezeti elem — pontosan jelzik a populációban végbemenő folyamatok szintjét. Így például az öregek (senex) abszolút dominációja az illető populáció alacsony életerejéről tanúskodik. Az ilyen populációk éppen csak hogy léteznek, de a szaporodási arány rendkívül alacsony. A felnőttek (adultus) és a fiatalok (juvenis) dominációja általában életerős populációkra jellemző, ilyen esetben a szaporodási arány magas.

Az elmondottak alapján leszögezhetjük: a populáció szerkezeti felépítésén nemcsak az állományt, területfoglalást és társadalmi csoportosulást kell értenünk, hanem az egyedek különböző kor-, nemi, genetikai és súlycsoportokban történő differenciálódását is. Így a populációs szerkezet fogalma lényegesebben átfogóbb. A populáció ilyenszerű szemlélete szerintem ma már a populációs vizsgálatok elengedhetetlen követelménye, még akkor is, ha a kutató elméletileg külön tárgyalja a topográfiai és a biológiai szerkezetet.

EGYENSÚLY ÉS DINAMIKA

A populáció egységességét és működését, mint már hangsúlyoztam, a viszonylagos (dinamikus) egyensúly kialakulása biztosítja. Amikor egyensúlyról beszélünk, elsősorban az adott abiotikus környezet és a populáció szerkezeti elemei között kialakult egyensúlyra gondolunk. Ma általában elfogadott az a vélemény, hogy ez az egyensúlyi helyzet viszonylagos, s aránylag huzamosabb ideig biztosítja a populációnak mint rendszernek a stabilitását (Stugren, 1965, Botnariuc, 1967). Ez gyakorlatilag azt jelenti, hogy a populáció évszakos vagy évenkénti (ciklikus és nem ciklikus) szerkezeti elváltozásai többé-kevésbé meghatározott keretek között mozognak, s az esetleges „kilengések” nem haladják meg a populáció alkalmazkodási képességeinek határait (Silov, 1967). De téves volna azt hinni, hogy az egyensúlyi állapot, tehát a stabilitás szintje, mindig ugyanaz marad. Az abiotikus környezet abszolút vagy mélyreható elváltozásai (erdőirtás, az időjárás lassú változása, kultúrterületek létesítése), amelyek a legtöbb esetben túllépik a populáció alkalmazkodási képességeit, tehát a megszokott egyensúlyi helyzet kitengési határait, szükségszerűen az egyensúlyi helyzet szintváltoztatásához vezetnek.

Példaképp ismét az agroönózisok mezei pocok populációit említhetem. Az ötvenes években szélesben elterjedt az a vélemény, hogy ezek ellen a rágcsálók ellen a kémiai védekezés szükségtelen, mert a korszerű agrotechnika alkalmazása elegendő arra, hogy a pocokállományt állandóan alacsony szinten tartsa. De még egy évtized sem telt el, s a kutatók véleménye merőben megváltozott. Mi történt? A mezei pocok Európa-szerte nagyfokú túlnépesedést mutatott éppen azokban az

országokban, ahol az agrotechnikai műveleteket elég magas színvonalon alkalmazzák (Franciaország, NSZK, Belgium). Éppen ez adott okot arra, hogy a peszticidákat gyártó nyugati cégek olyan veszélyes kémiai anyagok alkalmazását szorgalmazzák, mint az Erdrin és az Aldrin, ami természetesen számos balesetet okozott és a környezet kémiai megfertőzéséhez vezetett. Ugyanakkor bebizonyosodott az is, hogy az agrotechnikai munkálatok nem képesek megbontani a pocokpopulációk szerkezeti és funkcionális egységét. Ezzel az agroönózisok ökológiai tanulmányozása ismét napirendre került. Az e téren elért kísérleti eredményeink azt bizonyítják, hogy a vetésforgó alkalmazása, valamint a föld megmunkálása (szántás, kapálás, kaszálás) és az azt követő környezeti változások a populációkon belül olyan szerkezeti és funkcionális elemek kialakulását idézték elő, amelyek a változott környezetben is biztosítják a pócok további fennmaradását, vagyis a populáció szerkezete aktívan reagál a környezet változásaira.

Az aktív reagálás módjaitól megemlítem az úgynevezett „efemer“ populációk kialakulását. Ezek rendszerint a vetésekben (búza, árpa, kukorica) élnek, s működési idejük mindössze néhány hónap. Az ilyen populációkra jellemző, hogy a szaporodási idő kezdete és tartama egybeesik a kultúrnövény fejlődési időszakával, és sokkal intenzívebb, mint a szűzterületeken élő populáció esetében (Hamar, M. and Tuță, Al.: Estimation of the density of *Microtus arvalis* Pall., Oxford, 1968). Ugyanakkor a populáció szerkezeti felépítése (területfoglalás, kor-, nem és súlyviszonyok) kedvezőbbek és rendkívül dinamikusak. Ennek megfelelően, a kultúrterületeken élő populációk életében rendkívül fontos szerep jut a vándorlásnak. Ha a szűzterületeken élő populációk vándorlásait elsősorban az egyedsűrűség irányítja, akkor az „efemer“ populációk egyedeinek vándorlásai főleg az agrotechnikai munkálatok ütemét követik. Érthető tehát, hogy az ilyen populációk egyedei állandó mozgásban vannak, a populáció stabil periódusai sokkal rövidebbek. Mindez a populációk közötti állandó vagy gyakori egyedcseréhez vezet. A gyakori egyedcsere viszont növeli a genetikai heterogenitást, ami nemcsak intenzív szaporodáshoz vezet, hanem a populációk életképességét is fokozza. Ezek az „efemer“ populációk a szűzterületeken, lóherésekben és lucernásokban élő úgynevezett „stabil“ populációk tartalékai, s biztosítják a faj fennmaradását, sőt biológiai fejlődését is.

Az elmondottakból kitűnik, hogy a populáció funkcionálása végeredményben a stabilitás és dinamika folytonos váltakozásából áll. Más szóval, az egyensúlyi helyzet mindig csak a dinamikán keresztül érhető el.

Megállapíthatjuk azt is, hogy az egyensúly (stabilitás) és a dinamika nem szerkezeti, hanem a populáció működését feltételező, tehát funkcionális folyamatok, és megnyilvánulnak bennük az önszabályozó mechanizmusok akciói.

ÖNSZABÁLYOZÓ RENDSZEREK

Amint említettem: a populáció önszabályozó mechanizmusainak hatása a populáció stabilitása, illetve dinamikája révén a viszonylagos egyensúly kialakításában jelentkezik. A populációs folyamatok önszabályozása, mint bármely nyitott rendszeré, a „feed-back“ elve alapján valósul meg. Eszerint a fizikai környezet hatására a populáció megfelelően reagál, minek következtében a benne végbemenő változások visszahatnak a környezetre. Ennek újabb hatása a populációra már magán viseli a populációtól felvett információ bélyegét, tehát a populáció módosítóan hat vissza magára a populációra.

Egyelőre meglehetősen nehéz volna kimerítő képet adni a populáció önszabályozó mechanizmusairól, lévén ez a kutatási terület az ökológia legfiatalabb ága. Jelenlegi ismereteink alapján a populáció önszabályozó mechanizmusaik közül a következőket említjük meg:

— A populáció topografikus szerkezetének változtatása, valamint a populáción belüli társadalmi csoportosulás és hierarchia módosítása. Ez az önszabályozó rendszer a területi adottságok és táplálkozási lehetőségek optimális kihasználását célozza. Ugyanakkor a természetes ellenségek elleni védekezést is hathatósabbá teszi.

— A vándorlások (migrációk) általában kedvezőbb táplálkozási lehetőségeket és a populációk közötti gyakori egyedcserét biztosítanak. Túlnépesedés esetén a populáció szerkezeti egységének megőrzését célozzák.

— Túlnépesedés esetén csökken a születési arány a mellékvese és agyalapi mirigy (endokrin rendszer) funkcionális elváltozásának hatására. Ezt röviden „stressz”-mechanizmusnak is nevezhetnők. A Selye-féle stressz-elméletet elsőnek Christian alkalmazta a természetben élő populációkban végbemenő folyamatokra, és később ki is dolgozta mint általánosan funkcionáló önszabályozó mechanizmust.

— A nemek közötti arányszám megváltozása kannibalizmus vagy szaporodásból való kizárás révén (például gyakran előfordul, hogy a nőstények elűzik vagy felfalják a hímeket, vagy az öreg hímek kizárják a fiatalokat a párzásból). Ezek mind fékezik a túlnépesedést.

Ezzel természetesen nem merítettem ki a populáció önszabályozó mechanizmusainak fejtegetését. Az e téren végzett további kutatások hivatottak arra, hogy feltárják az eddig még ismeretlen rendszereket. Annyit leszögezhetünk azonban, hogy ezek a mechanizmusok hosszú fejlődés folyamán alakultak ki, mint a környezethez való alkalmazkodás megnyilvánulásai. Működésük a populáció szerkezeti és funkcionális egységének megőrzését célozza. Hatásuk, mint minden adaptációs tulajdonságé, viszonylagos, s így bizonyos körülmények között a populációra káros befolyásokat (túlnépesedés vagy túlzott állománycsökkenés) nem képesek elhárítani.

ENERGETIKAI SZEREP

A populáció mint élő anyagi rendszer meghatározott szerepet tölt be egy adott biocönózis energiaáramlásában. A Mac Fadyen-i értelmezés szerint: bármely populáció egy élőanyag-mennyiséget képvisel, amely részt vesz az illető biocönózis anyagcseréjében, azaz felvesz, leköt és lead egy bizonyos energiamennyiséget. Anyagcseréjének eredménye tehát egy bizonyos szervesanyag-mennyiség (biomassza) és energia.

Gyakorlati szempontból minket a szervesanyag-mennyiség érdekel. Ez pedig függ a populáció anyagcseréjének hatékonyságától, energetikai egyensúlyától. A társadalomnak tehát arra kell törekednie, hogy a populáció minél nagyobb szervesanyag-mennyiséget termeljen, melyet termés alakjában periodikusan elvonhatunk a populáció anyagcseréje hatékonyságának csökkenése nélkül. Lényegében ezt a törekvést tükrözi a történelem minden mezőgazdasági termelő technikája. A populáció energetikai ismerete rendkívül fontos, hisz szerves részét alkotja az anyagtermelési mechanizmusok feltárásának. Nem csoda tehát, hogy a Nemzetközi Biológiai Program keretében a populáció szerkezeti és energetikai kutatása az első helyen áll. Csak a populációk energetikájának ismeretében állapíthatjuk meg a biocönózisok anyagtermelési lehetőségeit s azok gazdaságosabbá tételének módjait, nyithatunk új utakat a jövő mezőgazdasága előtt.