

ERDŐTALAJOK IZELTLÁBÚINAK PRODUKCIÓSBIOLOGIAI VIZSGÁLATA

DUDICH E., BALOGH J. LOKSA I., előadása

1951. december 12-én

I. MÓDSZERTANI RÉSZ

Célkitűzés. Az életközösségek vizsgálata az utóbbi évtizedekben egyre jobban az érdeklődés homlokterébe került. Az életközösségek állati részének — röviden a zoocönózisnak — kutatása különösen két irányban indult meg. Az egyik irány a *zoocönózisok felépítésének, szerkezetének* megállapítására törekszik (1, 6). Vizsgálja a zoocönózis és fitocönózis egymáshoz való viszonyát, valamint az egész életközösség — biocönózis — viszonyát az életelen környezethez. Ez az irány az, amelyet az utóbbi időben röviden mint a „környezethatások vizsgálatát” emlegetnek. A másik irány a környezethatások vizsgálatán túlmenőleg az életközösség anyag- és energiaforgalmát igyekszik kideríteni. Ezt az irányt nevezik röviden *produkcíósbiológiai iránynak.* (e, 3, 22).

Az Állattrendszertani Intézetben a produkciósbiológiai vizsgálatok majdnem tízéves múltira tekinthetnek vissza. Az első, tájékozódó vizsgálatokat a második világháború vége felé, nehéz körülmények között végeztük. (1, 2). A felszabadulás után egyre jobban kialakult egy produkciós biológiai munkaközösség körvonala. Ez a munkaközösség a biológiai 5 éves terv elkészítésekor már komoly programmal tudott a terv célkitűzéseibe bekapcsolódni.

A munkaközösség a magyarországi erdőtalajok izeltlábú állatainak vizsgálatát tűzte ki maga elé. Ennek a célkitűzésnek kettős értelme volt.

1. Közelebbi célul tűztük ki, hogy az eddig általánosan használt, de sok tekintetben nem kielégítő, sőt hibás vizsgálati módszerek helyett megfelelő methodikát dolgozzunk ki és ennek segítségével a valóságnak megfelelő képet kapjunk az erdőtalajban élő izeltlábúak számáról és az erdő életközösségében betöltött szerepéről. Ez volt az 1951-es év főtémája.

2. A vizsgálat távolabbi célja az volt, hogy megállapítsuk, milyen szerepet visznek a talajban élő izeltlábúak a szerves hulladék, főképpen az erdei alom lebontásában.

A talajfauna élettípusai és nagyságszerinti tagozódása. Mint minden életközösségekben, az erdőben is három fő élettípust találunk. Az első típus az úgynevezett *termelők* — producensek — csoportja. Ide tartoznak mindazok a növények, amelyek fotoszintézis útján az életközösség szerves anyagainak építik. A második típus az úgynevezett *fogyasztók* — konzumensek —

csoportja. Ide sorozandók mindazok az élőlények, amelyek a producensek termelte anyagot közvetlenül vagy közvetve fogyasztják. A harmadik típus a *lebontók* — reducensek — csoportja. Ide tartoznak mindazok a növényi és állati szervezetek, amelyek az életközösség szerves hulladékait mechanikai és kémiai úton lebontják, azaz egyszerű, növények számára oldatban felvehető anyagokká alakítják át. (1, 6, 21).

A lombhullató erdők talajszintje produktíósbiológiai vizsgálatokra azért alkalmas, mert minden vegetációs periódus végén egyszerre, meghatározott, megmérhető mennyiségű szerves hulladékot kap a magasabb szintekből. Így az erdei alom lebontási folyamatait meghatározott anyagmennyiségből kiindulva lehet lépésről-lépésre nyomomonkövetni.

Vizsgálataink közelebbi célja — mint már említettük — első helyen megfelelő felvételi módszerek kidolgozása volt. Mindenki előtt ismert tény, hogy az állatok nagysága és előfordulási sűrűsége között legtöbbször fordított összefüggés van. Egy négyzetméter erdőtalajban jóval nagyobb a milliméteres nagyságrend alatti ízeltlábúak, mint például az 1—4 cm-es százlábúak, vagy giliszták száma. Az erdőtalajban élő állatokat Fenton (9), nagyságrendjük szerint négy csoportba osztotta be. A legapróbb, 1—200 μ -os lények a *mikrofaunát* alkotják; a 200 μ -tól 2 mm-ig terjedő nagyságúak a *mezofauna*, a 2—20 mm-es nagyságúak a *makrofauna*, végül az ennél nagyobbak a *megafauna* sorába tartoznak. Az ízeltlábúak túlnyomó többsége a mezofauna és a makrofauna sorába tartozik. A makrofauna tagjait szabadszemmel átnézve, közvetlenül is ki lehet válogatni a talajból, a mezofauna azonban olyan apró, hogy csak automatikus módszerrel, úgynevezett futtatással lehet kinyerni. Így a felvételezések során kétféle módszert kellett alkalmaznunk.

A *felvételi terület nagyságának megállapítása*. A vizsgálati módszerek kidolgozásának második problémája a megfelelő felvételi területegység nagyságának megállapítása volt. Ha a felvételi terület nagyságát alacsonyan állapítjuk meg, a valóságnak nem megfelelő képet kapunk az illető erdőtalajban élő állatok faji megoszlásáról és számáról. Ha a területet túlságosan nagyra szabjuk, a belékerülő többszáz vagy több ezer állat kiválogatása és feldolgozása időrabló, fölösleges munkát ró a kutatókra. Olyan optimális területnagyságot kellett tehát megállapítanunk, amely mindkét hibát kiküszöböli. A kutatók idáig többnyire ötletszerűen megállapított területnagysággal dolgoztak; valószínűleg azért, mert visszariadtak az optimális területnagyság megállapításával járó rendkívül hosszadalmas munkától. Az optimális területnagyság — az alábbiakban a botanikától kölcsönzött műszóval *minimiareálnak* nevezzük — megállapítását külön kellett a makrofaunára és a mezofaunára elvégeznünk.

A makrofaunára vonatkozóan előbb 4 m²-es, majd fokozatosan lefelé haladva, 1 m², 1/4 m²-es, 1/16 m²-es végül 1/100 m²-es négyzeteket vizsgál-

tunk meg. A felvételek statisztikai kiértékelése azt mutatta, hogy a makrofauna minimiareálja $1/16$ és $1/100$ m^2 között van.

A makrofauna homogenitásának kérdése. A következő döntő fontosságú kérdés a makrofauna homogenitását érintette. Sacharov (23) vizsgálataiból tudjuk, hogy az erdő talajfaunájának mozaikszerű struktúrája van. Ez a mozaikstruktúra azt jelenti, hogy a fauna egymást követő kisebb-nagyobb területeken megismétlődve kétféle összetételű. Miután a mozaikok alakja és nagysága külsőleg meg nem állapítható, az a veszély fenyeget, hogy ha egymással összefüggő négyzeteket veszünk fel, valamennyi négyzet vagy az egyik, vagy a másik mozaikfoltba esik bele. Így azután az eredmény nem az egész erdőtalaj, hanem csak a mozaikkomplex egyik tagjának faunáját adja. Ennek a problémának tisztázására két vizsgálatot kellett elvégeznünk. Először azt megállapítanunk, hogy a négyzetek széthúzása, vagyis egymással érintkező négyzetek helyett szétszórt négyzetek felvétele megfelelő eredményt ad-e?

Ebből a célból a négyzeteket előbb 1, majd 5, 10, 100 m távolságban vettük fel mindig gondosan ügyelve nehogy más típusú erdőbe menjünk át. Az eredmény azt mutatta, hogy a négyzetek távolsága nem befolyásolja számottevően a fauna összetételét.

A felvételek megismétlésének kérdése. A másik vizsgálatossal azt kellett megállapítanunk, hogy egy erdőben, ugyanabban az időpontban hány 25×25 -ös négyzetet kell felvennünk, hogy a négyzetek összesítésével a valószínűségnek megfelelő középértéket kapjunk?

Az előttünk végzett vizsgálatok legtöbbször megelégedtek azzal, hogy egy, legfeljebb két négyzetet vettek fel és ennek eredményét beszorozva számították ki az egész erdőre vonatkozó átlagot. Palmgren (22) ilyen irányú vizsgálataiból tudjuk, hogy egy életközösségben a felvételeket kevesebbszer vagy többször meg kell ismételni, hogy használható középértékeket kapjunk. Palmgren vizsgálatai azonban más állatcsoportra — madarakra — vonatkoztak, úgyhogy az erdőtalajra vonatkoztatva nekünk kellett a vizsgálatokat elvégezni.

A kérdés eldöntésénél a következőképen jártunk el: ugyanabban az időben felvettünk 15 darab 25×25 -ös négyzetet. A 15 felvétel állatát négy életforma-csoportba osztottuk be. Az első csoportba kerültek az alomevők, a másodikba a ragadozó százlábúak, a harmadikba az ugyancsak ragadozó pókok, a negyedikbe a hangyák. Minden egyes négyzetre vonatkozóan kiszámítottuk 1. az életformacsoportok példányszámának egymáshoz viszonyított százalékát, 2. egymáshoz viszonyítva súlyszázalékát, 3. az egy m^2 -re eső átlagos példányszámot és 4. az egy m^2 -re eső súlyt. Ezután előbb két, majd három, négy stb. egymás után következő négyzet értékeit összeadtuk és kiszámítottuk a középértékeket, el egészen a 15. négyzetig.

A számításokból kitűnt, hogy a középértékek az 5—7. négyzettől kezdve 10%-on belül ingadoznak, a 10. négyzeten túl pedig néhány százalékos jelentéktelen változásokat mutatnak. A második vizsgálat sor tehát azt bizonyította, hogy 10 darab 25×25 -ös négyzet felvétele elegendő ahhoz, hogy nagyobb területre átszámítható, jó középértékeket kapjunk.

A talajminták nagyságával kapcsolatos kérdések. A mezofauna felvételezésére — mint már említettük — futtatásos módszert használtunk. Az első probléma itt is a minimiareál megállapítása volt. Előbb 100 cm^2 -es, majd 10 cm^2 -es területnagyságon végeztük el a vizsgálatokat: itt is mint a makrofauna esetében legalább 10 azonos nagyságú négyzetben. A vizsgálatok azzal a meglepő eredménnyel jártak, hogy a nagyobb négyzetek alapján lényegesen alacsonyabb négyzetméterenkénti sűrűséget kaptunk, mint a kisebbek alapján. Az alábbiakban egyszerűség kedvéért a mezofauna legnépesebb csoportjára, a talajatkákra adjuk meg az adatokat. 100 cm^2 -es négyzetekből középértékben, 1 m^2 -re átszámítva, 100 000 atka futott ki, a 10 cm^2 -es kis területről 1 m^2 -re átszámítva 200 000 atka, pedig a felvételeket ugyanazon a napon, ugyanazza! a módszerrel és ugyanazon a helyen végeztük. Nyilvánvaló, hogy a nagyobb felvételi négyzet valamiképpen kedvezőtlenül befolyásolta a futtatások eredményét. Ezt a feltevést támogatták Bornebusch (4) korábban elvégzett vizsgálatai is. Bornebusch $1/10 \text{ m}^2$ -es talajmintákat, tehát a mi 100 cm^2 -es mintánknál tízszer nagyobb egységeket vett fel. 1 m^2 -re átszámított eredményei az atkákra vonatkoztatva 16 000—20 000 közötti maximum-értékek között mozogtak és csak egyetlen esetben érték el a 28 000-es számot, mint a maximum-értékek felső határát.

Az elmondottak szerint a felvételi minták nagyságának emelésével a mezofauna jelentős része anélkül, hogy kifutna — bennpusztul a futtatásban. Ez más szóval azt jelenti, hogy az eddig használt futtatásos eljárások csak egy töredékét tárták fel a mezofaunának. Ennek kapcsán felmerül a kérdés, hogy az eddig használt futtatásos módszerek egyáltalán alkalmasak-e a talaj mezofaunájának kvantitatív vizsgálatára?

Ebben a kérdésben Forsslund (11) egy nemrég megjelent dolgozatában meglehetősen pesszimista álláspontot foglal el. A mi vizsgálatainkhoz hasonlóan ő is csökkenő nagyságú talajmintákat vizsgált, de jóval kisebbeket, mint mi. Űrmértéket véve alapul 100 cm^3 -es, 24 cm^3 -es és 1 cm^3 -es mintákat vett fel.

A 100 és 24 cm^3 -es mintákat futtatással, az 1 cm^3 -eseket közvetlen válogatással vizsgálta. A 100 cm^3 -es minták alapján 1 cm^3 -re számított átlagos sűrűség 15 példány, a 24 cm^3 -es minták alapján 21 példány, az 1 cm^3 -es minták alapján 58 példány volt. Forsslund tehát ugyanazt állapította meg igen apró talajmintákra vonatkozóan, amit mi a nagyobbakra. Végző következtetésként azt mondja, hogy a futtatásos módszert, mint meg nem felelőt, más, új módszerrel kell helyettesíteni vagy kiegészíteni.

Szerintünk a futtatásos rendszer elvetéséről vagy helyettesítéséről mindaddig korai beszélni, amíg jobb módszert nem találunk nála. Addig csak a módszer javítása, tökéletesítése jöhet szóba. Kétségtelen, hogy a nagyobb feltételi négyzetek rossz eredménye úgy jön létre, hogy a talajminták belső rétegeiben nem érvényesül a futtató mikroklimatikus hatása. Minden futtatásos eljárás lényegében kiszárító eljárás, a talajminta fokozatos kiszáradása kényszeríti távozásra, kifutásra a mezofaunát. Több esetben végeztünk kísérleteket 25×25 -ös és 10×10 -es talajminták szétszedésével és kisebb adagokban, kitergetve, több futtatóban való futtatással. Az eredmény minden esetben pozitív volt: lényegesen több állatot kaptunk, mint a kontrollképen egységesen, egyetlen futtatóban futtatott ugyanolyan nagyságú talajmintából.

A futtatók hibaforrásai. Az sem közömbös, hogy a *Berlese—Tullgren*-rendszerű futtatók milyen típusát használjuk a minták futtatására és hogy mennyi ideig hagyjuk a mintákat a futtatóban. Legtöbb kutató — így *Bornbusch* is fémből készült és izzólámpával melegített *Tullgren*-készüléket használt. Ez a készülék a magas nedvességtartalmú humid-erdők talajának kifuttatásánál látszólag előnyös, mert gyorsítja a kiszáradást és az állatok kifutását. De már *Trägardh* (25) felhívta rá a figyelmet, hogy a melegítés sok esetben csökkenti a futtatás eredményét. A fémfuttató gyakran bepárasodik és a kicsapódó kondens-víz a lehulló porral együtt valóságos sárréteget képez a falán. Ebbe a sárrétegbe sok állat belepusztul, mielőtt a futtató üvegébe kerülne. Maga az izzólámpa hőhatáson kívül erős fényt is áraszt, ami a mezofauna fényérzékeny tagjait zavarja, vagy el is pusztítja. Ezekből a tapasztalatokból okulva az eredeti *Tullgren*-féle futtató használatával teljesen felhagytunk és helyette szellős, papírfalú kis futtatókat használtunk. Ezek a futtatók szobahőmérséklet mellett működnek és bepárasodás, kondens-víz kicsapódás sohasem jelentkezik bennük. Igaz, hogy így a futtatási idő némileg kitolódik, de az a tapasztalatunk, hogy néha, többnapos szünet után egyszerre újból megindul a futás. Ilyenkor azok a fajok távoznak a talajmintából, amelyeknek szárazságtűrése nagy és csak a második vagy harmadik héten áll be a számukra elviselhetetlen nedvességhiány.

Az eddigi vizsgálatok alapján a mezofauna legnépesebb csoportjára: az atkákra vonatkozóan 10 cm^2 mutatkozik minimiareál fölötti nagyságnak, de lehet, hogy ennél kisebb terület is megfelelő lesz. A Collembolákra — a második legfontosabb mezofauna-csoportra — nézve nagyobb, 10×10 -es felvételi nagyságot használunk. Erre azért is szükség van, mert a Collembolák közismerten rossz diszperziójú, csoportosan-falkásan élő rovarok, a 10 cm^2 -es felvételekben tehát hol nagyon magas, hol nagyon alacsony példányszámban kerülnek elő. Az azonos négyzetekből a mezofauna esetében is 10 négyzet felvételére van szükség. A példányszámingadozás a 6.—7. négyzetben itt is minden esetben 10% alá csökken.

II. PRODUKCIÓSBIOLÓGIAI RÉSZ

Az eddig vázolt módszertani kérdések tisztázása után foghattunk csak hozzá távolabbi célunkhoz, az erdőtalajokban élő izeltlábú állatok produkciósbiológiai szerepének tisztázásához, annak kiderítéséhez, hogy mi az izeltlábúak szerepe az erdei talaj szerves hulladékainak lebontásában, tehát a humuszképződésben.

Kiindulásul két út között választhattunk. Vagy egyetlen erdőre vonatkoztatva végzünk minden részletre kiterjedő vizsgálatot vagy pedig először minél több magyarországi erdőben végzünk olyan részletvizsgálatokat, amelyek egy általános, többé-kevésbé az egész országra érvényes képet adnak.

A végső cél érdekében ez utóbbi látszott megfelelőbbnek.

1. Első részletcélkitűzésünket tehát a következőképpen fogalmaztuk meg: Megállapítandó, hogy a legkülönbözőbb magyarországi erdők talajában négyzetméterenként hány és milyen súlyú a makrofauna és milyen a makrofauna százalékos, valamint súlyszázalékos összetétele?

2. Második részletcélkitűzésünk a következő volt: Részben saját vizsgálatok, részben az irodalmi adatok alapján megállapítandó, hogy a makrofauna mit és mennyit dolgoz fel az erdőtalaj szerves hulladékából?

3. Harmadik részletkérdés: Milyen változásokat szenved a szerves hulladék azáltal, hogy makrofauna feldolgozza?

4. Negyedik részletkérdés: A fentiek megállapítása — amennyiben a körülmények megengedik — a mezofaunára vonatkoztatva is.

1

A makrofauna összetétele táplálkozási csoportok szerint. Az első részletkérdés megválaszolására 23 különböző erdőben végeztük el a vizsgálatokat. Az első részben elmondott módon mindegyikben 10, egyenként 25×25 cm-es négyzet anyagát vettük fel direkt válogatással. Miután a főcél nem faunisztikai vagy állattrendszertani eredmények elérése volt, az alacsony sűrűségű, kis példányszámban előforduló, tehát a szerves hulladék feldolgozásában alárendelt szerepet játszó izeltlábú csoportokat figyelmen kívül hagytuk. Ezek az állatok csak néhány súlyszázalékát teszik ki az egész izeltlábú makrofaunának, mellőzésük tehát alig befolyásolta az eredményeket. Elháríthatatlan technikai nehézségek miatt kénytelenek voltunk egy, az alomlebontás szempontjából fontosabb állatcsoportot, a légylárvákat is figyelmen kívül hagyni. Ezek ugyanis sokszor annyira mimikrizálnak a környezettel, hogy direkt válogatással szinte lehetetlen őket megkapni.

A fenti csoportok elhagyása után a feldolgozásra kerülő makrofauna a következő táplálkozási csoportokat foglalta magába:

1. Alom- és detrituszevő ikerszelvényeseket és ászkarákokat (Diplopoda, Isopoda).
2. Ragadozó százlábúakat (Chilopoda) és pókokat.
3. Hullaevő-ragadozó és speciális módon (pl. levéltetű) táplálkozó hangyákat.

Ezek a csoportok együttesen, a 23 erdőre középértéket számítva négyzetméterenként 670 példányt, súlyban 5,84 grammot tesznek ki. A szokásnak megfelelően hektárra átszámítva, hektáronkénti 6 711 000 példányt, illetőleg 58,4 kilogramm élőszúlyt kapunk eredményül. Itt említjük meg, hogy a leggazdagabb makrofaunájú magyarországi erdőben: az ócsai égeresben, egy szeptemberi felvétel alkalmával a következő maximumértékeket kaptuk: hektáronként 32 688 000 példány, 174,7 kilogramm súlyban.

A *makrofauna szerepének jelentősége*. A felsorolt adatok mutatják, hogy az erdőtalaj makrofaunájának jelentőségét idáig mélyen a valóság alá becsülték. A korábbi vizsgálatok ennél lényegesen alacsonyabb adatokat eredményeztek. Példaképen az irodalom legismertebb, klasszikusnak mondható munkáját: *Bornebusch* (4) dániai erdőkre vonatkozó vizsgálatait hozhatjuk fel. *Bornebusch* 10 különböző erdőben végzett vizsgálatai alapján 240 négyzetméterenkénti példányszámot kapott a mi 670 példányszámunkkal szemben. Súlyadatai — amelyek részben becslésen alapultak és a *valóságnál magasabbak* — négyzetméterenként 3,02 grammos középértéket adnak a mi 5,84 grammos átlagunkkal szemben.

A talajban élő állatok szerepét és jelentőségét agrárvonalon bizonyos fokig a gilisztákhoz mérve értékelik. *Bornebusch* előbb említett vizsgálatai a gilisztákra is kiterjeszkedtek. Miután a giliszták nagyobb és könnyebben észrevehető állatok, a rájuk vonatkozó vizsgálatok — úgy a számuk, mint a súlyuk adatai — lényegesen pontosabbak. *Bornebusch* szerint a vizsgált erdők minden négyzetméterében középértékben 74 darab giliszta található, súlyuk pedig négyzetméterenként 21,57 grammot tesz ki. Ez a súly kerekén négyszerese a mi izeltlábúakra vonatkozó adatunknak. A továbbiakban látni fogjuk, hogy valamely állatcsoport súlya nem fejezi ki hűen a szervesanyagok lebontásában betöltött szerepét. De már ez a 4:1-hez való súlyarány is jelzi, hogy a talajtanban az utóbbi évtizedekben bizonyos „giliszta-kultusz“ volt már, az alomlebontásban fontos szerepet betöltő állatcsoportok rovására.

A *táplálkozási csoportok arányának állandósága*. A makrofauna súlyszázalékos összetétele az előbb említett táplálkozási csoportok tekintetében a fanemektől, az erdők jellegétől és a talajnemektől függetlenül többnyire feltűnő megegyezést mutat. Néhány szélsőségesen száraz és meredek lejtőjű erdőtől eltekintve szinte minden megvizsgált erdőben évszaktól függetlenül 50—80 súlyszázalékot tesz ki az alom- és szerveshulladékevők aránya a ragadozókhöz és a hangyákhoz viszonyítva. Ez az arány annál magasabb,

minél nagyobb az egy négyzetméterre eső állatok összsúlya 6 gramm m^2 összsúlytól felfelé haladva az alomevők súlyszázaléka 78—85-re emelkedik. Ez másszóval azt jelenti, hogy a szélsőségesen nagy gramm/ m^2 állat-összsúlyú erdők talajában a makrofauna túlnyomó részét az alomevő szervezetek teszik ki. A legmagasabb ilyen értékeket az alföldi láperdők, nedves erdők és a középhegységek nedves jellegű erdői esetében kaptuk. Az alomlebontás szempontjából tehát ezekben az erdőkben a legfontosabb a makrofauna ízeltlábúinak jelenléte.

A fafajtáktól, a talajnemektől, a florisztikai összetételtől és az erdők jellegétől azonban csak a makrofauna táplálkozási csoportjainak aránya független. A táplálkozási csoportokon belül az egyes fajok helyettesítik, változtatják egymást. Ez az ökológiai vikariálás rendkívül változatos cönológiai struktúrát hoz létre. Majdnem minden megvizsgált erdő jellegzetes közösségtípusokkal jellemezhető. A közösségeket alkotó fajok sokszor igen apró, ökológiailag alig megfogható környezeti hatásokra is reagálnak. Ezeknek a részleteknek leírása azonban kívül esik a jelenlegi összefoglalás tárgykörén: az érdeklődők a vizsgálatainkról megjelenő részletes dolgozat struktur-biocönológiai fejezetében megtalálhatják.

2

Vizsgálataink második célkitűzése értelmében arra a kérdésre kerestünk feleletet, hogy a makrofauna mit és mennyit dolgoz fel az erdei alomból, illetve az erdőtalaj szervesanyag-hulladékából.

Az erdei alom évi mennyisége. A kérdés megválaszolásában az évenként az erdőtalajra kerülő szervesanyagmennyiségből kell kiindulnunk. Számos külföldi szerző, hazai viszonylatban pedig *Fehér Dániel* (8) ilyenirányú közleményeiből tudjuk, hogy minden vegetációs periódus végén mennyi szervesanyag kerül az erdőtalaj lebontó szintjébe. A külföldi adatok — így *Kühnelt* (18) nemrég megjelent munkája is — 30—40 métermázsza/hektárra becsülik az évente lehulló lomb súlyát. *Fehér Dániel* a lombohullás útján lekerülő szárazanyagon kívül tekintetbe veszi az ághullást, az aljnövényzet földfeletti részeinek korhadását és a gyökérkorhadást is. Ezek együttesen hektáronként 74 métermázsza szárazanyagnak felelnek meg, ami kereken kétszerese a külföldi szerzők adatainak. A mikrofauna szempontjából azonban csak a felső 10, legfeljebb 20 cm^2 -es szintben lebomló szerves hulladékot lehet tekintetbe venni, mert ezek az állatok túlnyomórészt a förna és a F-szint, vagyis a még bomlásnak nem indult és szétesés alatt álló szintek lakói. Ezért a gyökérkorhadást részben figyelmen kívül kell hagynunk. Másrészt — saját tapasztalataink alapján — alacsonyabb értékben kell megállapítani az aljnövényzet elbomlása során adódó anyagmennyiséget, mert vizsgálá-

taink túlnyomórészt közepes, vagy szegényes aljnövényzetű erdőkben folytak. Ha ezeket a körülményeket tekintetbe vesszük, óvatosan számítva, a külföldi adatoknak megfelelően körülbelül 40 métermázsza/hektár évi szárazanyagmennyiség kerül le az erdő talajszintjére. Ezt a *szervesanyagmennyiséget* — miután a magyarországi erdők nagy részében számottevő alomfelhalmozódás nincsen — *a talaj organizmusai, valamint a talajban lejátszódó fizikai és kémiai folyamatok maradéktalanul feldolgozzák.*

Az *alomfogyasztás megállapításának nehézségei.* Ez a „feldolgozás” azonban rendkívül bonyolult, sok fázisból összetevődő folyamatok egész sorát jelenti: röviden mindazt, ami a levél lehullásától a humuszanyagok keletkezéséig történik. A makrofauna alomevő tagjai a megfigyelések és kísérletek tanulsága szerint a lebontási folyamatok elején viszik a főszerepet. Ez a szerep abból áll, hogy megeszik, elfogyasztják az alom egy számottevő részét. Ismerve, hogy körülbelül évi 40 métermázsza/hektár az erdőtalajra kerülő szárazanyag mennyisége és ismerve, hogy a mikrofauna ugyanekkora területen középértékben 58,4 kilogrammot tesz ki és ennek az 58,4 kilogrammnak 50—80 százaléka alomevő: birtokunkban vannak azok az adatok, amelyekből kiindulva tovább számolhatunk. Ha ugyanis megállapítjuk az alomevők időegységre: akár egy napra, akár egy évre vonatkozó átlagos alomfogyasztását, elméletileg meg tudjuk állapítani, hogy az alom hány százaléka halad át az alomevők bélsatornáján.

Mindez nagyon egyszerűnek látszik, ha egyenes számarányokban és súlyarányokban gondolkozunk, de tüstént bonyolulttá válik, mihelyt élőállatokkal állunk szemben. Változó hőmérsékletű állatokról lévén szó, a külső hőmérséklet lényegesen befolyásolja az állatok oxigénfogyasztását és anyagcseréjét. *Van der Drift* (27) egy most megjelent munkájában adatokat közöl egy közönséges alomevő ikerszelvényes: *Glomeris marginata* alomfogyasztására vonatkozóan. Kísérleteiből kiderül, hogy a *Glomeris* 13 C° hőmérsékleten tartva ugyanazon idő alatt két- és félszer annyi almot eszik, mint 9 C°-on tartva, 18—23 C°-on négyszerese, 27 C°-on háromszorosa az alomfogyasztás az alapul vett 9 C°-os fogyasztásának. De ugyanazon a hőmérsékleten is változik az időegység alatt elfogyasztott táplálék mennyisége aszerint, hogy kisebb vagy nagyobb állatot vizsgálunk meg. Ugyanannak a fajnak fiataljai súlyukhoz viszonyítva lényegesen többet esznek, mint a nagyobbak, vagy egészen kifejlettek. A *Glomeris* 52 milligrammot nyomó fiataljai napi átlagban testsúlyuk 65%-ának megfelelő almot fogyasztanak; a 118 milligrammosok 49 testsúlyszázalékot; a 190 milligrammosok 36 testsúlyszázalékot. A súlyadatokon kívül tehát ismernünk kell az állatok korát, ill. nagyságát, valamint az erdőtalaj mikroklimatikus hőmérsékleti adatait ahhoz, hogy az alomfogyasztást elfogadható pontossággal kiszámíthassuk. Ez pedig csak akkor sikerül, ha *egyetlen* erdőn belül az *egész* vegetációs periódusban végezzük a felvételeket és az állatok kísérleti etetését. Ez a

munka az Intézet 1952-es tervében van előirányozva; úgyhogy most csak az eddig végzett kísérletek, valamint az irodalomban található adatok alapján eszközölt tájékoztató számításainkat ismertetjük.

Az évi alomfogyasztás kiszámítása. Tegyük fel, hogy a négyzetméterenkénti 5,84 grammos makrofauna csupa ivarérett állat, tehát súlyához viszonyítva kevés almot eszik. Ebben az esetben lefelé kerekítve napi 25 százaléka az alomfogyasztás. Így négy nap alatt fogyasztják el a testükkel egyenlő súlyú alommennyiséget. Ez a fogyasztás azonban csak 17 C° körüli hőmérséklet mellett folyik. Tekintetbevéve, hogy a magyarországi éghajlati viszonyok mellett ennél alacsonyabb hőmérsékletátlagú napokkal is kell számolnunk, azonkívül óvatosságból mintegy 120—140 téli napot, mint nyugalmi időszakot is le kell vonnunk, ezen korrekciók után mint minimumértéket: 240 gr/m² évi alomfogyasztást kapunk a makrofauna alomevő tagjaira vonatkoztatva. Miután négyzetméterenként évi 400 gramm a lehulló szerves törmelék súlya, számításunk szerint az erdőtalaj alomjának mintegy 60%-a megy át évente a makrofauna bélsatornáján. Ha ehhez még hozzávesszük, hogy az erdőtalaj többi állatcsoportja: így elsősorban a légy-lárvák, a négyzetméterenkénti 21 grammot kitevő giliszták, az ugyancsak négyzetméterenként többszázszáz kitevő mezofauna, az Enchythrasidák stb. között is számos alomevő akad: megállapíthatjuk, hogy *az alom a lebontás kezdeti szakaszában szinte maradék nélkül átmeleg az erdőtalaj makro- és mikrofaunájának bélsatornáján.*

3

Harmadik részletproblémánk értelmében azt igyekeztünk megállapítani, hogy milyen változásokat okoz az alomban a makrofauna feldolgozása.

A makrofauna táplálékhasznosítása. Az előbb elmondottakból láttuk, hogy az alom jelentős része a lebontás első szakaszában átmeleg az alomevők bélsatornáján. Ez más szóval azt jelenti, hogy *az alomevők az erdőtalaj szerves hulladékát az eredeti állapotból ürülék-jellegű, azaz koprogén fázisba viszik át.*

Ez az ürülék azonban egészen más jellegű, mint azok az állati hulladékok, amelyeket a szó mindennapos használata értelmében trágyának neveznek. A makrofauna tagjai azért fogyasztanak aránylag nagymennyiségű, testsúlyuk 1/10—1/3-át kitevő almot, mert egyrészt az alom tápanyagtartalma, másrészt az állatok táplálékértékesítő képessége igen alacsony. A felvett táplálék és az ugyanazon idő alatt eltávozó ürülék mennyiségéből könnyen ki lehet számítani, hogy mekkora a táplálék hasznosítási foka. Ez a kísérletek során száraz súlyra számítva 5—6%-osnak bizonyult: ami azt jelenti, hogy a makrofauna tagjai az elfogyasztott alomnak mindössze 5—6%-át használják fel testük felépítéséhez és életfolyamataik táplálásához. A

többi 95% ürülék alakjában újra visszakerül a talajba. Az előbb kiszámított 60 %-os, négyzetméterenkénti 240 gramm évi avarfogyasztás mellett tehát mindössze évi 12 gramm avar használdik fel az alomevő makrofauna számára.

A megevett táplálék a mechanikai felaprózódástól eltekintve alig szenved változást az emésztés folyamán és fő tömegében emésztetlenül távozik el a bélsatornából. Ezt a megállapítást megerősítik *Van Der Drift* vizsgálatai is. Cellulóze-korrózió, vagy cellulóze-emésztés más jelei az ürülék-részecskéken nem láthatók. A koprogén fázis tehát az avarlebontás szempontjából kémiai vagy biológiai értelemben nem jelent döntő változásokat, de a jövőben még további vizsgálatokra, elsősorban kémiai analízisekre lesz szükség, hogy úgy a saját, mint a külföldi szerzők ilyenirányú megállapításait ellenőrizhessük.

A koprogén fázis jelentősége. Az elmondottak alapján a koprogén fázis jelentőségét abban látjuk, hogy az alom mechanikai felaprózásával nagyarányú felületnagobbodás következik be. A megnagobbodott felület a felületi vízhártya megnagobbodását, ezzel együtt úgy a vegyi, mint a mikrobiológiai folyamatok számára való feltáródást eredményezi.

A koprogén fázis valószínűleg döntő jelentőségű az egész alomlebontás szempontjából. Ezzel a felaprózással kerül az alom olyan állapotba, amelyben a mezofauna tagjai, baktériumok és gombák is közvetlenül bekapcsolódhatnak a lebontásba. Sajnos mindeztideig hiányoznak olyan vizsgálatok, amelyek a koprogén fázisba került szerves hulladék további sorsát lépésről lépésre nyomonkövetnék. Ennek a hiányosságnak részben a vizsgálati methodika nehézségei, részben a folyamatok rendkívül bonyolultsága az oka. Az intézet jövő évi munkájának egyik feladata, hogy ebbe az irányba is megtegye az első lépéseket. De már az eddigi ismereteink alapján is vonhatunk le valószínű következtetéseket a további folyamatokat illetően. Miután az erdőtalajban, ill. az alomban a mezofauna négyzetméterenként többszázézer, sőt néha az egymilliót is elérő példányszámban van jelen, majdnem biztosra vehetjük, hogy a koprogén fázisba került szerves hulladék újból és újból áthalad a különféle detrituszevő szervezetek bélsatornáján. Közben a mikroorganizmusok hatására anyagai egyre jobban feltáródnak és minden újabb koprogén fázisba újabb és újabb élőlények válnak hasznosíthatóvá. *A koprogén fázisba került szerves hulladékot tehát egyre gyorsuló degradáció jellemzi.*

A C—N viszony és a humuszjellegű anyagok felszaporodása. Azt, hogy az itt elmondottak nem pusztá feltevések, két tény bizonyítja. Az egyik az, hogy az alomlebontás előrehaladásával a C—N viszony egyre inkább a nitrogén javára tolódik el. A másik tény az, hogy a lebontás előrehaladásával egyre inkább szaporodik az acetyl bromidban oldhatatlan, tehát humuszjellegű anyagok mennyisége, az acetyl bromidban oldható anyagokéval szem-

ben. *Franz és Leitenberg* (12) nemrég megjelent vizsgálatai a legfontosabb alomevők táplálékának és ürülékének összehasonlításával arra az eredményre jutottak, hogy az emésztés során állatfajtól és az elfogyasztott lombtól függően az acetilbromidban oldhatatlan komponens 6—104%-kal emelkedik az acetilbromidban oldható komponenshez viszonyítva. Bár ezt a meglepően magas százalékos emelkedést némi fenntartással kell fogadnunk, kétségtelen, hogy a makro- és mezofauna fajai az acetilbromidban oldhatatlan, azaz humuszjellegű anyagok felszaporításában számottevő szerepet visznek.

4

Negyedik részletproblémánkat a mezofauna alomlebontó szerepére vonatkozó tájékoztató vizsgálatok képezték. Korábban már elmondottuk, hogy a hibás futtatási technika a legutóbbi időkhöz mélyen a valóság alatti képet adott a mezofauna mennyiségéről és jelentőségéről. Így mindazok a vizsgálatok, amelyeket az utóbbi évtizedekben végeztek, bizonyos korrekcióra szorulnak. A mezofaunára vonatkozó vizsgálatok az Intézet 1952-es és 53-as tervében vannak előirányozva: ebben az évben csak előkészítő és tájékoztató vizsgálatokat végeztünk. A tájékoztató vizsgálatok mégis megengedik, hogy néhány fontos részeredményt elmondjunk a mezofauna alombontó szerepére vonatkozóan.

A mezofauna mennyisége. A mezofauna ízeltlábú-tagjai túlnyomó többségükben két csoportból: ugróvillás rovarokból és talajatkákból állanak. Európa legkülönbözőbb területein végzett vizsgálatok azt mutatják, hogy a mezofauna ízeltlábúinak 70—90 százalékát talajatkák, 5—25 százalékát ugróvillás rovarok teszik ki. A két csoport együttes mennyisége átlagosan 75—95% között mozog. Eszerint a mezofauna alombontásban betöltött szerepét lényegében ennek a két csoportnak szerepe fejezi ki. Táplálkozási típus tekintetében az ugróvillások valamennyien, a talajatkák 70—75%-ban „detrituszevők”; a fennmaradó 25—30% ragadozó atka. A „detrituszevő” megjelölés ebben az esetben csak azt a negatívumot fejezi ki, hogy ezek az állatok nem ragadozók. Az alomlebontás szempontjából minket közelebről ezek a nemragadozók érdekelnek.

A mezofauna tagjainak kicsinyisége majdnem lehetetlenné teszi, hogy direkt mérések útján állapítsuk meg súlyukat és az általuk fogyasztott táplálék súlyát. Elméletileg nem lenne akadály, hogy egy-egy fajból többszáz vagy több száz példányt összegyűjtve direkt súlymérést végezzünk. A gyakorlatban azonban ezek az állatok gyakran igen rövid idő alatt, szinte a szemünk láttára veszítik víztartalmukat, vagyis csökkentik súlyukat. *Forslund* (11) szellemes eljárással — az állatok lemodellezésével — súlyuk helyett volumenjüket állapította meg: ezekből a térfogatadatokból kiindulva lehet azután össztömegüket vagy összsúlyukat megállapítani.

Az ócsai láperdő mezofaunájának atkái négyzetméterenként 200 000 példányszámot tesznek ki. Ez a szám más erdők atkáihoz mérve közepesnek mondható, mert ennél sokkal nagyobb egyedsűrűségű erdők is vannak. Ha ezt a 200 000-es példányszámot *Forsslund*-féle volumen-adatokkal és a megfelelő fajsúly-korrékciónal súlyra számítjuk át, $1,1 \text{ gr/m}^2$ súlyt kapunk. Ezt az adatot a korábban említett 5,84 grammos makrofauna-súllyal összehasonlítva azt mondhatjuk, hogy a mezofauna súlyra nézve kerek számban egyötödét teszi ki a makrofaunának. *Krogh*, (15, 16, 17) *Ellinger* (7) és *Bornebusch* (4) vizsgálataiból tudjuk, hogy az úgynevezett felszíni törvény a makrofauna izeltlábúira is érvényes. Ez a törvény azt fejezi ki, hogy az állatok oxigénfogyasztása nem a súlyukkal, hanem az úgynevezett aktív felülettel arányos. Az alak tekintetében megegyező nagy és kis állatok, például az egyfajba tartozó fiatal és kifejlett ezerlábúak felület $\sqrt[3]{g^2}$ arányban áll egymással. (Ebben az arányban a g az állat súlyát jelenti.) Ez az arány viszonylag bizonyos hibaingadozáson belül érvényes a nem azonos alakú állatokra is, úgyhogy az irodalomban a testalaktól és rendszertani hovatartozandóságtól függetlenül, egyedül a súlyra vonatkoztatva is használják (4).

A mezofauna O-fogyasztása. Mellőzve a bonyolult és nehezen nyomkövethető számításokat, szavakkal megfogalmazva úgy mondhatjuk, hogy minél kisebb egy állat súlya, annál nagyobb az aktív felülete, azaz annál nagyobb az időegység alatt elfogyasztott oxigén mennyisége. Hozzátehetjük még azt is, hogy az előbbi $\sqrt[3]{g^2}$ arány értelmében a testsúly csökkenésével rohamosan növekedik az aktív felület aránya az állat tömegéhez képest. Az elmondottak alapján két különböző nagyságrendű állatcsoport oxigénfogyasztásának egymáshoz való viszonyát kiszámíthatjuk, ha ismerjük mindkét állatcsoportra nézve az átlagos testsúlyt és a két csoport négyzetméterenkénti példányszámát. Ezt a számítást — hogy a mezofauna és makrofauna egymáshoz viszonyított anyag- és energiaforgalmazását megkapjuk — az előbb említett 5,84 grammos makrofauna és az 1,10 grammos mezofauna oxigénfogyasztására végeztük el. Az eredmény azt mutatta, hogy a mezofauna — azonos külső körülmények mellett — időegység alatt kereken negyvenszer annyi oxigént fogyaszt el, mint a makrofauna!

Ezek a számítások megerősítették, hogy a mezofauna aprótermetű fajai, vagyis az ugróvillás rovarok és talajatkák az alombontásban más csoportokhoz viszonyítva súlyukat sokszorosán meghaladó arányban vesznek részt.

Ez a megállapítás egyúttal új értelmet ad annak, hogy miért fordítunk és fordítunk annyi munkát a mezofauna gyűjtési és vizsgálati metodikájára. A gyűjtési és futtatási technika tökéletesítése esetleg csak 5—10 százalékos példányszám-növekedéssel jár. De ha ezt a látszólag csekély pontosságnövelést az alombontás szempontjából értékeljük, lényegesen, ugrászerűen növekedik a mezofauna tagjainak jelentősége.

Az *aktív felület és a táplálékfogyasztás viszonya*. Ennek a kérdésnek tárgyalásánál befejezésül még egy problémát kell felvetnünk. Vajjon az állatok tényleges táplálékfogyasztása arányban áll-e az aktív felülettel; másszóval az apró termetű ízeltlábúak csakugyan annnyival több szerves hulladékot fogyasztanak-e, mint amennyivel nagyobb az aktív felületük a nagytermetű állatokéhoz viszonyítva?

Ha a táplálékfogyasztás arányban áll az aktív felülettel, akkor a különböző korú, vagyis különböző nagyságú állatokra nézve a $\frac{c}{\sqrt[3]{g^2}}$ arány egy fajon belül egy állandót ad. (A c itt az időegység alatti fogyasztást, *consumptiot* jelenti).

Ha tehát az etetési kísérletek azt mutatják, hogy a fiatal állatok test-súlyukhoz viszonyítva valóban ennek az aránynak megfelelően fogyasztanak többet, akkor a felületi törvény alkalmas arra, hogy az állatok alomlebontásában való szerepét kifejezzük vele.

Van der Drift (27) két fontos alomegyő makrofaunatagra: a *Glomeris marginata* és a *Cylindrojulus silvarum* nevű ezerlábúra vonatkoztatva bebizonyította, hogy az előbbi $\frac{c}{\sqrt[3]{g^2}}$ viszony állandó, vagyis a különböző nagyságú állatok táplálékfogyasztása arányban áll az aktív felületük nagyságával. Ennek alapján tehát az előbbi kérdésre igennel felelhetünk.

A mezofauna N-feltárása. Miután a mezofauna úgy tömeg- mint oxigén-fogyasztás tekintetében az erdőtalaj egyik legfontosabb élőlénycsoportjának bizonyult, felmerül a kérdés, hogy ezek az állatok milyen szerepet játszanak a talaj N-forgalmában? Az állati test anyagainak — elsősorban a fehérjének és chitinnek — felépítése számottevő N-koncentrációval jár, úgyhogy ezek a lények viszonylag sok nitrogént használnak fel táplálékukból. A mezofauna legfontosabb csoportja — a talajatkák — az eddigi vizsgálataink szerint jelentős számban micéliumevők. A micélium elfogyasztásával és a benne lévő nitrogén beépítésével a talaj, elsősorban a növényzet számára olyan N-forrást tárnak fel, mely az ő közbelépésük nélkül pillanatnyilag el nem érhető alakban van jelen a talajban. A mikroszkópos vizsgálatok azt mutatják, hogy az állatok emésztőrendszerében található hyphadarabkák sejtfal-anyagá az emésztés során alig szenved változást. Valószínű tehát, hogy a hyphákban jelenlévő egyéb anyagokat: elsősorban a proteinek és szénhidrátokat hasznosítják. Az itt elmondottak mindenben megerősítik *Forsslund* (10) hasonló megállapításait. Ha tekintetve vesszük, hogy a mezofauna előbb bebizonyított hatalmas oxigénfogyasztása milyen nagy táplálékmenyiség fogyasztását teheti szükségessé, túlzás nélkül elmondhatjuk, hogy a *micéliumevő atkák és Collembolák aránylag hatalmas mennyiségű micélium anyagát, így nitrogéntartalmát is, kapcsolják be a talaj anyagforgalmába.*

Hátra van még, hogy az itt elmondottak összegezéséből levonjuk azokat az általános következtetéseket, amelyek mint eredmények minden életközösség anyag- és energiaforgalmára nézve érvényesek.

A biológiai produkció fogalma. Láttuk, hogy legfőbb részletkérdés fejtegetésében az anyagforgalomból indultunk ki, de a lényeges mozzanatok megragadásánál majdnem minden alkalommal az energiaforgalmon keresztül adtuk meg a választ. Másszóval a táplálékforgalmazás lényege az aktív felületen át az oxidációs folyamatok méréséhez vezetett el. Ezek után felmerül a kérdés: tulajdonképpen mi is az, amit az életközösség produkciójának nevezünk?

Mellőzve a kérdés körül folyó terminológiai vitákat, itt csak a legáltalánosabban használt értelmezésre térünk ki. A hidrobiológusok *Thienemann* nyomán a produkció szót kétféle értelemben használják. Az egyik értelemben produkciónak nevezik mindazt a szerves anyagot, amely egy adott pillanatban egy életközösségben található. Ebben az értelemben tehát a produkció fogalma azonos az ugyancsak hidrobiológusok által használt *biomassza* fogalmával. *Thienemann* második definíciója szerint a produkció az életközösségen belül meghatározott idő alatt termelődő szervesanyag-mennyiséget fejezi ki. Ha az életközösségben jelenlevő szervesanyagmennyiséget Q -val jelöljük, akkor a második definíció értelmében a produkció Q/T -vel egyenlő, ahol T az időt jelenti. *Thienemann* a második definícióval kapcsolatban arra a végső következtetésre jut, hogy az életközösségek produkcióját lehetetlen megmérni, megállapítani. Lehetetlen pedig azért, mert ugyanaz az anyag az időtartamon belül többször is bekerülhet az életközösség anyagforgalmába: *Thienemann* szavaival élve többször is „inkarnálódhalik“. Ez az úgynevezett „*Thienemann-féle dilemma*“, amely sokáig megzavarta a kutatókat és gátolta a kérdés helyes megoldását.

Nyilvánvaló, hogy a „*Thienemann-féle dilemma*“ az anyag és az energia fogalmazásának összekeveréséből ered. *Boruckij* (5), *Ivlev* (14), továbbá *Vindberg* és *Jarovicina* (28), valamint *Lindemann* (19) és *Macfadyen* (1948) tanulmányai tárták fel, hogy az életközösségekben kétféle folyamat: anyag- és energiaáramlás folyik. A fotoszintézis során a sugárzó energia raktározott energiává alakul át és így vándorol tovább az élelmiláncban keresztül. *Thienemann* és a vele hasonló nézeteket valló kutatók egyedül az anyagáramlást próbálták megragadni, és nem vették észre, hogy az életközösség szempontjából az energiaáramlás a lényegesebb. Az energia ugyanis csak egyszer halad át egy életközösségen és azt egy állat csak egy alkalommal használja fel. Az anyag ezzel szemben, akár áramló, akár leraktározott állapotban van is jelen, nem hagyja el az életközösséget, hanem a producens

fázisban energiával „telítődik“, majd a konszumens-fázisban a raktározott energiát élelmi láncszemről élelmi láncszemre haladva fokozatosan leadja (20). Miközben ezek az energialeadások történnek, az alacsonyabb energiaszintre kerülő „degradált“ anyag lekerül a reduzens szintbe, amely a lebontást befejezi és ezt a degradált anyagot újból visszavezeti a fotoszintézisbe.

Energiaáramlás az életközösségekben. Az anyag tehát az életközösségek belül az „energia szekere“, az energia hordozója. Amikor egy rendszer — a jelen esetben az erdőtalaj — anyagforgalmazását kutatjuk, az anyagforgalmazáson keresztül az energiaforgalmazást iparkodunk megragadni. Egy rendszer energiaforgalmazását exakt módon két fázisban ragadhatjuk meg. Vagy a belépő, vagy a kilépő energiát mérjük meg a CO₂, vagy ami ezzel egyértelmű az O mennyiségének megmérése során keresztül. Ezt az utat követték az előbb idézett szerzők, valamint elsőnek a magyar *Maucha Rezső* (1927) a vízi életközösségek vizsgálatában, és ezen az úton járnak legújabbban a talajbiológusok, köztük mi magunk is.

A nagy életkörök energiaforgalma. Ennek az elgondolásnak ellene vehetnénk, hogy az életközösségekben rendkívül sokféle állatfaj vesz részt az anyag és az energia forgalmazásában. Ha ezeket az állatokat mind tekintetbe akarjuk venni, valmennyire nézve meg kell állapítanunk az időegységenkénti O-fogyasztást; ismernünk kell valamennyi életkorát, életritmusát stb. Mindez együttvéve olyan hatalmas munkát róna a kutatásra, amelyet szinte lehetetlen lenne elvégezni. Ezt az ellenvetést *Ivlev* (14) a következő érveléssel utasítja vissza: Ismeretes, hogy a vízi életközösségek táplálékforgalmának javarészt kevés fajba tartozó, de igen nagy példányszámú élőlény bonyolítja le. Ha tehát ennek a kevészámú fajnak ismerjük az anyag- és energiaforgalmazását, lényegében ismerjük az egész életközösséget is. Eszerint az ilyen vizsgálatok néhány fontos, állományalkotó faj vizsgálatára egyszerűsödnek le. A magyarországi életközösségek, elsősorban az erdőtalaj makro- és mezofaunája tekintetében több évre terjedő biocönológiai felvételezés van a birtokunkban. Ezek alapján kimondhatjuk, hogy a fenti megállapítás a szárazföldi életközösségekre is kiterjeszthető. 1945 óta több megjelent dolgozatunkban kimutattuk, hogy az életközösségek felépítésében mindig néhány igen nagy példányszámú faj viszi a főszerepet. (1, 2, 3). Ennek megfelelően az életközösségek anyag- és energiaforgalmát is javarészt ez a néhány faj bonyolítja le. Ezeket a fajokat az életközösségek állati részében a magas konstanciájú domináns fajok, a növényi-részben a magas borítású konstans fajok teszik ki. *Végső következtetésként tehát kimondhatjuk, hogy az életközösségek anyag- és energiaforgalmazása úgy a vízi, mint a szárazföldi életközösségekben ugyanazt a törvényszerűséget követi.*

Összefoglalás. Befejezésképpen szeretnénk összefoglalni eddigi vizsgálataink eredményeit és vázolni a további kutatások perspektíváját. Ered-

ményeink — csak a leglényegesebbek megismétlésére szorítkozva — a következők:

1. Az eddig használt felvételi módszerek tökéletesítésével, újak bevezetésével és vizsgálati módszerek statisztikai kiértékelésével sikerült olyan felvételezési metodika alapját megvetnünk, amely kielégítő mennyiségi képet ad az erdőtalaj mikrofaunájáról és mezofaunájáról.

2. Vizsgálataink megerősítették, hogy idáig az erdőtalaj ízeltlábúinak száma; és ezzel együtt szerepét is alábecsülték. Vizsgálataink alapján a makrofauna sorába tartozó ízeltlábúak összsúlya kereken 1/4-ét teszi ki a giliszták összsúlyának. Ennek megfelelően az eddiginél sokkal nagyobb jelentőséget kell tulajdonítanunk a makrofauna alomlebontó szerepének is.

3. A 23 magyarországi erdőben végzett felvétel alapján az évi alomnak mintegy 60%-a átmegy a makrofauna bélsatornáján. Így az erdőtalaj szerves hulladékai az alomlebontás első szakaszában koprogén jellegű felaprózódáson mennek keresztül.

4. A koprogén fázis jelentősége az, hogy az alom mechanikai felaprózódásával nagyarányú felületnagyságbővítés következik be. A megnagyobbodott felület a mikrobiológiai és vegyi folyamatok számára feltárja a szerves hulladékot.

5. A mezofauna tagjai a felületi törvény alapján súlyukat messze túlhaladó mértékben vesznek részt az alom lebontásában. 200 000-os közepes példányszámot véve alapul az 1,1 gramm/m² súlyban jelenlévő mezofauna mintegy negyvenszer annyi oxigént fogyaszt, mint az 5,84 gr/m²-ben jelenlévő makrofauna. Ez az arány bizonyítja, hogy a mezofauna alomlebontó szerepe sokkalta fontosabb, mint idáig hitték.

6. A mezofauna sorába tartozó páncélos atkák és Collembolák nagy része micéliumevő. A micéliumokban jelenlévő jelentős mennyiségű nitrogént tehát feltárják és a talaj nitrogénforgalma számára hozzáférhetővé teszik.

7. Az erdőtalaj anyagforgalmazásában kevés, de igen nagy példányszámában, ill. összsúlyban jelenlévő állat viszi a főszerepet. Az a törvényszerűség tehát, melyet a botanikusok korábban a növényi, a hidrobiológusok pedig a vízi életközösségekre nézve érvényesnek állapítottak meg, általános érvényű és a szárazföldi életközösségekre vonatkozóan is kiterjeszhető.

A további kutatások perspektíváját azok a megoldatlan problémák adják meg, amelyek ezévi munkák közben felmerülnek. Az ezévi kutatások extenzív irányban folytak: a módszertani problémák megoldásán túl arra törekedtünk, hogy minél több magyarországi erdő makrofaunájáról összehasonlító képet kapjunk. A következő két év túlnyomórészt az intenzív irányú munka ideje lesz. Az idén megállapított eredmények alapján egész sor laboratóriumi probléma megoldása merült fel. Tisztázni kell a fontosabb

alomevő fajok táplálkozásbiológiáját és a mezofauna fajainak további jelentőségét. Az eddigi vizsgálatok csak az avarlebontás kezdeti szakaszát, a mechanikai felaprózódást érintették. Nincs közvetlen tudomásunk róla, hogy mi a további sorsa a koprogén fázisba átvitt szerves törmeléknek; nincsen kiderítve, hogy van-e szerepe a makro- és mezofaunának a cellulóze-lebontásban. Felderítésre szorul a nagyszámban jelenlévő ragadozó-szervezetek szerepe is, mert még az sincsen tisztázva, hogy ezek jelentéte hátráltatja-e vagy előbbreviszi a humifikáció folyamatát. Úgy az állati komponens, mint a talaj szempontjából döntő jelentőségű, hogy a különféle élelmiláncok N-forgalmazását kiderítsük. Mindezek a megoldatlan részletproblémák azt a távolabbi célt szolgálják, hogy a koprogén fázis és a kész humusz közötti hézagot megismerjük és ezzel feleletet kapjunk arra a főkérdésre, hogy mi az állati komponens szerepe az erdőtalajok humifikációs folyamataiban; ezen túlmenően pedig a szerves hulladékok lebontásában és így a szerves trágyák úgynevezett érési folyamataiban is. Az utóbbira vonatkozó vizsgálatok terveinek azonban még csak a körvonalai vannak kialakulóban.

IRODALOM

1. Balogh J. (1946): Az életközösségek szerkezete. (Állat. Köz. XLIII, p. 1—14.)
2. Balogh & Loksa (1948): Quantitativ-biozoologische Untersuchung der Arthropodenwelt ungarischer Sandgebiete (Arch. Biol. Hung., Ser. II, 18, p. 65—100.)
3. Balogh & Loksa (1948): Arthropod cenosis of the litter stratum of an oak forest. (Arch. Biol. Hung. Ser. II. 18. p. 264—279.)
4. Bornebusch C. H. (1930): The Fauna of Forest Soil. (Copenhagen, pp. 224.)
5. Boruckij, V. (1939): Dynamics of the total benthonic biomass in the profundal of Lake Bjeloje. (Proc. Koss. Limn. Sta. 22. p. 216—218 Referatum.)
6. Dudich E. (1939): Élettér, élőhely, életközösség. (Potf. Term. Tud. Közl. 71, p. 41—64.)
7. Ellinger, T. (1916): Über den Ruhe-Stoffwechsel der Insecten (Culiciden) und seine Abhängigkeit von der Temperatur (Intern. Zeitschr. f. physik-chem. Biol. Vol. 2.)
8. Fehér D. (1942): Vizsgálatok az erdő szénsav-táplálkozásáról. (Erdészeti Kísérletek, XLIV. p. 1—15.)
9. Fenton, G. R. (1947): The soil fauna: with special reference to the ecosystem of forest soil. (Journ. Anim. Ecol. 16, p. 76—93.)
10. Forsslund, K. H. (1938): Bidrag till kännedom om djurlivets i marken inverkan på markomvandlingen. I. Om nagra hornkvalsters (Oribatiders) näring. (Beiträge zur Kenntniss der Einwirkung der Bodenbewohnenden Tiere auf die Zersetzung des Bodens. (Meddelanden från Statens Skogsförsöksanstalt, Häfte 31, Nr: 3. p. 87—107.)
11. Forsslund K. H. (1948): Nagot om insamlingsmetodik vid markfaunaundersökningar. (Über die Einsammlungsmethodik bei Untersuchungen der Bodenfauna.) (Meddelanden från Statens Skogsförsöksanstalt, Bd. 37, p. 1—22.)
12. Franz, H. & E. Leitenberger (1948): Biologisch-chemische Untersuchungen über Humusbildung durch Bodentiere. (Österr. Zool. Zeitschr., 1. p. 498—518.)
13. Franz, H. (1950): Bodenzöologie als Grundlage der Bodenpflege. (Berlin, pp. XII. 316.)
14. Ivlev, V. (1945): The biological productivity of waters. (Uszp. Szovr. Biol. 19. p. 98—120 Referatum.)
15. Krogh, A. (1914): Ein Mikrorespirationsapparat und einige damit ausgeführten Versuche über die Temperatur-Stoffwechsel von Insektenpuppen. (Biochem. Zeitschr., Vol. 63.)
16. Krogh, A. (1914): On the rate of development and CO₂-production of chrysalides of *Tenebrio molitor* at different temperature. (Zeitschr. f. allg. Physiologie, Vol. 16.)

17. *Krogh, A.* (1914): The quantitative relation between temperature and standard metabolism in animals. (Intern. Zeitschr. f. Physik-chem. Biol., Vol. 1.)
18. *Kühnelt, W.* (1950): Bodenbiologie. (Wien, pp. 368.)
19. *Lindeman, R. L.* (1942): The trophic-dynamic aspect of ecology. (Ecology, 23, p. 399—418.)
20. *Macfadyen, A.* (1948): The meaning of productivity in biological Systems. (Journ. Anim. Ecol. 17 p. 75—86.)
21. *Maucha, R.* (1927): Zur Theorie des Assimilations- und Dissimilationsvorgange des Phytoplanktons. (Internat. Rev. d. ges. Hybrob. u. Hydrograph., 17, p. 239.)
22. *Palmgren, P.* (1930): Quantitative Untersuchungen über die Vogelfauna in den Wäldern Südfinnlands. (Acta. Zool. Fenn. 6—7. p. 1—218.)
23. *Szcharov M. I.* (1950): Elementü lesznih biogencenozov. (Dokladi Akademii Nauk. SZSZSZR. Tom. LXXI. No. 3. 557—560.)
24. *Trägårdh, I.* (1929): Studies in the Fauna of the soil in swedish forests. (Tr. 4. Int. Congr. Ent., 2. p. 781—794.)
25. *Trägårdh, I.* (1933): Methods of automatic collecting for studying the fauna of the soil. (Bull. Ent. Research., 24, p. 203—214.)
26. *Trägårdh, I. & Forsslund K. H.* (1934): Untersuchungen über die Auslesemethoden beim Studium der Bodenfauna. (Meddelanden fran Statens Skogsförsöksanstalt, Häfte 27, p. 21—68.)
27. *Van der Drift, J.* (1951): Analysis of the animal community in a beech forest floor. (Tijdschrift voor Entomologiesche vitgegeven door de Nederlandsche Entomologische Vereeniging. p. 1—168.)
28. *Vindberg & Jarovicina* (1945): Daily changes in the quantity of dissolved oxygen as a method of measuring the primary production. (Proc. Kossino Limnol. Sta. 22, p. 128—143.)