

ÁLLATTANI KÖZLEMÉNYEK

A KIR. M. TERMÉSZETTUDOMÁNYI TÁRSULAT
ÁLLATTANI SZAKOSZTÁLYÁNAK FOLYÓIRATA

XXVIII. KÖTET.

1931.

1. FÜZET.

A BARLANGOK BIOLOGIAI KUTATÁSÁRÓL.¹

Irta DR. DUDICH ENDRE.

Akármilyen kis tudományág is a barlangtan (spelaeologia vagy speologia), irodalma nagy és szétszór, különösen az, amely a barlangok biológiájával (spelaeobiologia, speobiologia) foglalkozik. Amikor tehát a barlangbiologia irányával és eredményeivel szándékozom foglalkozni, nem haladhatok végig történeli sorrendben az egyes közleményeken, kisebb-nagyobb összefoglalásokon, faunisztikai és rendszertani munkákon, hanem kénytelen vagyok rövidség okából főképpen a nagyobb, összefoglaló munkákra támaszkodni, amelyek egyéni jellegük mellett is inkább kompilatív művek és a spelaeobiologia eredményeit, problémáit, célkitűzéseit általában elfogulatlanul, és ami a legfontosabb, a kor ismereteinek megfelelően adják elő. Ilyen munkák HAMANN, KRAUS, KNEBEL, RACOVITZA, VIRÉ, GRAETER, újabban SPANDL, CHAPPUIS, JEANNEL, MORTON & GAMS művei, továbbá HESSE és THIENEMANN könyveinek idevágó fejezetei.

Ha ezeket a munkákat olvasgatjuk, látjuk, hogy a kutatók négy irányban mozognak, az elmélkedések négy tárgykört ölelnek fel.

Első és legfontosabb a barlangi fauna (és flora) állományának a kérdése. A legtöbb barlangkutatót elsősorban és főképpen az érdekli, hogy mi él, hány faj fordul elő a barlangokban, amit a különböző országok és világrészek barlangbiológusai egymással vetekedve igyekeztek és igyekeznek megállapítani. Ez a munka tehát egyrészt barlangfaunisztikai tanulmányokat eredményez, másrészt számtalan leíró rendszertani munkához ad alapot, amelyek a tudományos világgal megismertetik a barlangokban felfedezett új állatfajokat. A magyar barlangbiológiai irodalom termékei csaknem kizárólag ebbe a tárgykörbe tartoznak, így pl. FRIVALDSZKY JÁNOS alapvető tanulmánya, BOKOR ELEMÉR közismert munkái, meg az a sok kisebb-nagyobb közlemény, amelyben szakembereink, vagy sokszor külföldi kollégák, barlangjaink férgeit, csigáit, százlábúit, bogarait stb. leírták. Barlangjaink, főleg a bihari és krassószerényi barlangvidék, annyi specialitást, új fajt tartalmaznak, hogy a hazai bűvárok mellett

¹, Előadta a szerző a Kir. M. Természettudományi Társulat Állattani Szakosztályának 1930 december 5-én tartott ülésén.

külföldiek is gyakran felkeresték őket. Az európai külföldi irodalomban említésre méltó a RACOVITZA & JEANNEL-féle „Énumération des grottes visitées” c. sorozatos munka és ennek a rendszertani kiegészítője: „Biospeologica” (I—LIII), amely különböző búvárok tollából az egyes állatcsoportok részletes feldolgozását hozza.

A második tárgykör a barlangi állatok alkalmazkodási jelenségeinek kérdése. A valódi barlanglakók (troglobiontok), sőt sokszor egyes barlangkedvelők (troglophilek) is igen jellemző alaktani, anatómiai, vagy élettani sajátosságokkal bírnak, amelyeket a barlang sajátosságos életviszonyaira igyekeznek visszavezetni. Ilyenek: a köztakaró festékanyagainak részleges vagy teljes eltűnése (depigmentatio), a látószervek csökevényesedése vagy teljes hiánya, a tapintó és szaglószervek kiegyenlítő erősebb fejlettsége, a köztakaró vékonysága, a peték számának erős csökkenése, a szaporodás szakaszosságának megszűnése, stb. Ezen a téren is elég számos érdekes és értékes közleményt találunk az irodalomban, mert ezek a jelenségek, főképpen a látószervek csökevényesedésének a kérdése, olyanokat is érdekelt, akik a barlangi állatvilágot a fajok keletkezése, a származástán szemszögéből nézték.

Ez, a barlangi állatvilág keletkezésének kérdése, a harmadik problémaköre a barlangbiológiának. Az alkalmazkodási jelenségek némelyike szinte kihívja a lamarckista magyarázatot. Hogy az alkalmazkodási jelenségek a barlangban jöttek-e létre, vagy már elő voltak képezve, milyen hatásokra, hogyan, mikor alakultak ki; honnét, hogyan, mikor vándoroltak be a barlangba a fauna tagjai; egyidősek, fiatalabbak vagy öregebbek-e a barlangnál; honnét származtak, mely korból valók a maradékfajok; melyek a fauna legidősebb, fiatalabb és legfiatalabb tagjai; milyen viszonyban van a barlangi állatvilág a megközelíthetőleg hasonló jellegű földfelszíni helyek és a mesterséges földalatti üregek (bányák, pincék) faunájával; ezekre a kérdésekre igyekeznek feleletet adni főképpen az egyes fajok jelenlegi elterjedési képének a rokon fajok vagy nemek jelenkori elterjedési adataival való összevetésével, sokszor felhasználván az őslénytán és az ősföldrajz rendelkezésre álló adatait is. A fauna keletkezésével van kapcsolatban a fauna kategorizálása is bizonyos csoportokba. Ma általánosan elterjedt a RACOVITZA által módosított SCHINER-féle felosztás, amely a barlangi állatvilágot a troglobiontok, troglophilek és troglóxenek csoportjába sorozza.

A negyedik és utolsó tárgyköre a barlangbiológiának a barlangi környezet (milieu) sajátosságainak, vagyis az életviszonyoknak a vizsgálata, amely a legtöbbször kapcsolatos a barlangi állatok életének, szokásainak tanulmányozásával. A barlang összes fizikai-chemiai viszonyai (fény, lég hőmérséklet, légnedvesség, légáramlás, a vizek fizikai sajátosságai, chemismusa, stb.) találtak már itt-ott vizsgálókra, de a gerincesektől (pl. a barlangi gőte) eltekintve, igen kevés az olyan valódi barlangi állatok száma, amelyeknek életmódja részletesen ismeretes.

Ennek a négy tárgykörnek a sorrendje körülbelül megfelel az érdeklődés csökkenésének is, amellyel a barlangbiologusok irántuk viseltetnek. A barlangfaunisztikával igen sokan foglalkoznak, a barlangi környezet sajátásaival alig valaki. A tárgykörök sorrendjében a kutatás fokozatosan eltávozik a pozitív tények, adatok alapjától, átsiklik az elméletek, a spekulációk mezejére, ami különösen feltűnik a harmadik tárgykörben. A mondottakat legjobban bizonyítja az, hogy az összefoglaló munkák három legújabbika mennyi adatot tartalmaz, milyen terjedelemben tárgyalja az egyes kérdéseket, mennyi figyelmet szentelt szerzőjük az egyes tárgyköröknek.

SPANDL könyvében a faunisztikai rész 109 oldal, a biológiai rész (az én második és harmadik tárgyköröm) 67 oldal, a tulajdonképpeni életfeltételekkel pedig 4 oldalon (p. 13—16) végez. CHAPPUIS munkájában 88 oldalt szentel a faunisztikának, 50-et a biológiának és 53 sort a létfeltételeknek. Valamivel jobb a helyzet JEANNEL művében, aki ugyan 221 oldalon csak faunisztikát ad, de 52 oldalon biológiai-biocönotikai kérdésekkel foglalkozik és 35 oldalon tárgyalja az életfeltételeket.

Úgy érzem, hogy itt valami nincs rendben, hogy a barlangbiológia keveset törődik éppen a bios-szal, az élettel. Ezt különben már GRAETER szóvá tette (l. c. p. 463), de ő ezt a jelenséget még a fejlődés természetes sorrendjének tulajdonította. Azóta azonban sok esztendő múlt el és az állapot nem változott. Én már nem természetes jelenséget látok benne, hanem a további fejlődés gátlóját. A barlangbiológia szerintem ma zsákutcába jutott, elvész a részletekben, spekulációkban, új életet kell bele vinni, ha tovább akarjuk fejleszteni.

Elsősorban is nem tartom helyesnek a barlangkutatás extenzív irányát. A főcél még ma is az, hogy mennél több barlangot kutassanak át, ami természetesen a barlangok nagy száma és a rendelkezésre álló kevés idő miatt azt eredményezi, hogy a barlangok élővilágának csak töredékeit szedik össze. Aki barlangokban gyűjtött, tudja, hogy sokkal több állatfaj él bennük, mint amennyit egy-két futólagos látogatás alkalmával össze lehet gyűjteni. Számos barlangból ismerünk állatokat, de az egész élővilágát úgyszólván egynek sem. Hazánk számtalan barlangja közül csak kettő, az aggteleki és az abaligeti van alaposan kikutatva. A számos barlangban való futólagos gyűjtés helyett én hasznosabbnak tartanám, ha egy-két, bizonyos tekintetben típust képviselő barlangot alapos, intenzív, rendszeres és módszeres kutatásnak vetnénk alá. Hogy az ilyen kutatás mit eredményezhet, azt jól mutatja az aggteleki barlang példája. 1928-ig 48 állatfajt ismertünk belőle, ma pedig, amikor a rendszeres kutatás eredményei le vannak zárva, 262-t.

Túlságosan nagy súlyt vetettünk eddig az áttekintő faunisztikai kutatásra, de ennek ellenére a barlangi állatvilág bizonyos csoportjait csaknem teljesen elhanyagoltuk. Lelkesedéssel vadásztunk új barlangi bogarakra, de a pókokkal, százlábúakkal, férgekkel és egysejtűekkel alig törődött valaki. A kutatás jórészt a

leíró rendszertan érdekeit szolgálta, de sem a barlang, sem az állatok életének ismeretét nem vitte előre. Amikor a megboldogult jeles barlangkutató, DR. BOKOR ELEMÉR társaságában egy-egy barlangi kirándulás után a zsákmányul ejtett néhány bogarat, pókot, legyet szemlélgettük, sokszor különös gondolatok rajzoltak fel bennem. Megérte-e a fáradságot, munkát az, hogy most a barlangból már — mondjuk — nem 15, hanem 20 fajt ismerünk? Valóban olyan fontos-e az, hogy a *Quedius mesomelinus*-t most már nem 50, hanem 51 barlangból ismerjük? Előbbre jut-e a barlangtan, vagy általában a zoologia, ha a régi értelemben vett *Anophthalmus* nemnek most már nem n , hanem $n+1$ faja lesz? És ha a magyar barlangbiológiai kutatásoknak csak az a célja, hogy összeállítsa a barlangok állatvilágának teljes listáját, legyen ez a honismeret szempontjából még olyan fontos és érdekes, arányban van-e a célkitűzés fontossága a reá fordítandó idővel és munkával? Gazdagítottuk-e a barlangbiológiát, mint tudományágat, a tények, adatok halmozásán kívül csak egy gondolattal is, vagy csak lélektelenül, kritika nélkül recitáltuk a régen megállapított tényeket és csatlakoztunk valamelyik nézethez? Bár szívvel-lélekkel faunista is voltam és vagyok, éreztem „eszméim közt az űrt” és megoldást kerestem.

Az eddigi barlangbiologia túlságosan leíró, nem keresi a kapcsolatokat, viszonyosságokat, nem oknyomozó és ha az oknyomozás terére lép, akkor ez, egypár dicsérendő kivételt leszámítva, nem kísérleti alapon nyugszik, hanem származástani és palaeogeografiai hipotézisek felállításában merül ki. Török a fejüket a bűvárok azon, hogy mi űzte be az állatokat a barlangba, keresik, de sehol sem találják a *Niphargus* szemmel bíró őseit és vándoroltatják az állatot kilométerek ezerein át, Angarától Madagaszkárig és Németországig. Törzsfákat állítanak fel, maradékfajok eredetét kutatják, szárazföldi összekötő hidakat építenek a földrészek közt, stb.

De, és ez a legkülönösebb, a barlangi miliő tényezőinek és a barlangi állatok életének, szokásainak ismerete, szóval a környezettan (ökologia) és a szokástan (ethologia) igen-igen gyenge lábon áll. Hajtogatjuk, hogy a barlangban félhomály, majd sötétség van; hogy a hőmérséklet alacsony és körülbelül megfelel a vidék évi középhőmérsékletének; hogy a hőmérséklet évi ingadozásai igen kicsinyek, hogy a levegő páratartalma közel áll a telítettséghez; hogy a párolgás kicsiny; hogy a vizek hőmérséklete alacsony és alig ingadozó; hogy a táplálék kevés és ez is kívülről jut be. Azonban igen-igen kevés az olyan barlang, amelyre ezeket a tényezőket rendszeres, módszeres megfigyelésekkel, exakt mérésekkel állapították meg. Az esetek túlnyomó részében, még JEANNEL különben kiváló munkájában is, az adatok csak egy-egy mérés eredményei, vagy pláne csak a barlang fekvéséből, geofizikai és fizikai-földrajzi alapismeretekből kikövetkeztetett általános állítások. A barlangok legnagyobb részére vonatkozólag egyáltalában nincsenek ilyen természetű adataink. Fényméréseket csak a botanikusok végeztek (GAMS, LÄMMER-

MAYER, MORTON, stb.). MEGUSAR kezdett ugyan exakt alapon dolgozni, de különösebb célkitűzés nélkül, úgy hogy munkájának nincs olyan jelentősége, mint lehetett volna. Ellenben még ma is mintaszerűnek tartom BANTA monografiáját a Mayfield-barlangról.

Hasonlóképpen áll a dolog a barlangi állatok szokásstanával is. A barlangi gőtét és egy pár más gerincest ugyan meglehetősen ismerünk, de a gerinctelenekről édeskeveset tudunk. Táplálkozásuk, szaporodásuk, fejlődési stádiumaik, ingerélettanuk, stb. mind-mind felderítésre vár. Különösen cserben hagy az irodalom, ha kísérleti adatokat keresünk az állatok fény-, hő-, nedvesség-, oxigén-, stb. igényeiről és e környezeti tényezők ingadozásainak tűréshatáiról („Toleranzgrenze”), vagyis, amint összefoglalólag mondhatjuk, az állatok ökológiai életrevalóságáról („ökologische Valenz”). Mindenütt olvassuk, hogy a barlangi állatok fénykerülők, nagy a nedvesséigényük, stb. Legtöbbet hangoztatják a stenothermiát, vagyis azt, hogy az állatok a hőmérsékletnek csak kis ingadozásait bírják elviselni. Kísérletes vizsgálatok e téren alig vannak, az a kevés szórványos adat pedig, amelyet pl. SPANDL (p. 182—186) közöl, igen alkalmas arra, hogy a stenothermiába vetett hitünket megingassa. A helyzet tehát a legtöbb esetben az, hogy sem a barlang hőmérsékleti viszonyait nem ismerik pontosan, sem a kérdéses állat hőigényét és tűréshatárait, de azért természetesnek, magától értetődőnek veszik, hogy stenotherm, mert hiszen barlangban él. Amikor a barlangi állat napfényre, vagy csak világosra hozva, rövidesen elpusztul, azt mondják, hogy a hőmérséklet emelkedése és a levegő páratartalmának a csökkenése okozza a halált. Ez is egyik „bizonyíték” a stenothermia, illetőleg a stenohygia mellett. Lehet, de ezt exakte, kísérletesen is igazolni kellene, mert hátha az elfestéktelenedett kutikulán akadálytalanul áthaladó ibolyántúli sugarak biochemiai hatásának nagyobb része van az állat pusztulásában!

Nem túlzás, amikor azt állítom, hogy ilyen irányú, kísérleti alapon nyugvó ismereteink minimálisak. Az aggteleki barlangban az 1928—1929. évek folyamán végzett rendszeres kutatásaim alkalmával a bejáratokat és a hozzájuk csatlakozó bejárat régiókat is alapos vizsgálat alá vettem. Részletesen vizsgáltam a fény csökkenését, megállapítottam a fényhatárokat, a hőmérséklet ki-sebbedését, a páratartalom növekedését és így az ismételt vizsgálatok alapján összes megfigyelési pontjaimra pontosan megadhattam e tényezők abszolút értékeit és az évi ingadozások mértékét. Amikor ezeket az adatokat összhangba akartam hozni az állatok előfordulásával, hogy bizonyos övszerű előfordulásokat megmagyarázhassak, kitűnt, hogy a három bejárat régióban gyűjtött 119 faj közt egy sem akadt, amelynek ökológiai életrevalósága, főleg a fényre, hőre és légnedvességre vonatkozó tűréshatára ismeretes lett volna. „Lucifug”, „euryphot”, „stenotherm”, „psychrophil”, „polyhydr” stb. szépen hangzó, de számszerű adatokkal közelebről nem definiált kifejezéseket talál csak az ember az irodalomban.

Annak ellenére, hogy ezeket a hiányosságokat szóvá teszem,

teljes mértékben elismerem, hogy a barlangbiologusok eddigi munkáját a legnagyobb elismerés és dicséret illeti meg. Hatalmas anyagot hordtak össze a barlangbiológia épületéhez, lerakták az alapokat, végeztek sok rendkívül érdekes és értékes vizsgálatot, gazdagították tudásunk tárházát szebbnél-szebb, szellemesebbnél szellemesebb feltevésekkel, mindezt a maguk korának, a kor szellemének és tudományos irányzatainak megfelelően. Amikor tehát a fenti megállapításokat tenni bátor voltam, ez nem akart az eddigi irány pusztá gáncsolása és kárhoztatása lenni, hanem a kor szelleméhez alkalmazkodó irányzat szava, amely elismeri a múlt eredményeit, de szemet nem hűnyva fogyasztásai felett, a régi alapból kiindulva új irányba akar haladni, építeni.

Nézetem szerint a barlangbiológia kissé vérszegénnyé lett, elvesztette kapcsolatait egyrészt a barlanggal, másrészt a szorosabb értelemben vett biológiával. Új vért kell ömlesztünk bele, keresni a kapcsolatokat az éléttel, nagyobb felületen érintkezni a modern irányzatokkal. Haladnunk kell a korrall!

Néhány évvel ezelőtt egy dolgozatomban a magyar állatvilág kutatásának megszervezéséről írtam. Akkoriban több volt még bennem a tárgy iránti lelkesedés, mint a viszonyok és az emberek ismerete. Nem számoltam azzal, hogy az emberek „mentálitásában” a háború utáni psychosis úgyszólván kiirtotta a tervszerű társas együttműködésre és a hosszabb lélekzetű munkára való képességet, úgy hogy szavam a pusztába kiáltónak szava maradt. Ebben a dolgozatomban a rendszeres, intenzív, módszeres és ökológiai alapon nyugvó kutatás szükségességét hangsúlyoztam és azt hiszem, hogy ez az, ami a barlangbiológiában hiányzik és ami számára az új vért jelentené. Intenzivitás, módszeresség és ökológia, ez az a hármas jelszó, amely — szerintem — új utakra viheti a barlangbiológiát.

I n t e n z i v í t á s o n azt értem, hogy nem igyekszünk mindjárt kikutatni összes barlangjainkat, hanem kiválasztjuk azokat, amelyek alakulásuknál, meteorológiai, hydroológiai vagy geológiai viszonyaiknál fogva, esetleg földrajzi helyzetük következtében, bizonyos típusok jellegzetes képviselői és ezekre velve magunkat, azokat előre átgondolt és kidolgozott terv szerint, határozott célkitűzéssel rendszeresen kikutatjuk. **R e n d s z e r e s** kutatás szerintem az, ha legalább egy éven át minden hónapban meglátogatjuk a barlangot és benne mindig ugyanazokat a módszeres megfigyeléseket és gyűjtéseket végezzük el.

M ó d s z e r e s nek nevezem azt a kutatást, amely határozott cél felé tör, ismeri a célkitűzéstől megkövetelt vizsgálati irányokat, tisztában van a vizsgálatok technikájával, céltudatosan szereli fel magát műszerekkel, gyűjtőeszközökkel, jegyzőkönyvekkel és a szemrevételező kiránduláson megállapított terv szerint minden alkalommal következetesen ugyanazon eszközökkel, ugyan módon ugyanazon méréseket, megfigyeléseket, vizsgálatokat és gyűjtéseket végzi el.

Hogy mi az **ö k o l ó g i a** és az ökológiai irány, azt azt hiszem, ma már nem kell külön fejtegetnem. Ma, amikor a

növény- és állatföldrajz renaissance-ukat élik az ökológiában, amikor a „Planktonkunde” hydrobiológiává, önálló tudományággá nőtte ki magát, akkor a barlangbiológia nem merülhet ki pusztán faunisztikában, származástani és ősföldrajzi spekulációkban, hanem meg kell futnia azt az utat, amelyet a hydrobiológia maga mögött hagyott az elmúlt negyedszázad alatt. Én az ökológiában látom a jövő barlangbiológiájának vezérlő csillagát. Ez volt az, amely eddig főképpen hiányzott és ami új életet fog vinni a speleobiológiába.

Éppen azért kell a példát a hydrobiológiától vennünk, mert ma ez a legökológiásabb tudományág, amely THIENEMANN, NAUMANN, HENTSCHEL és mások vezérlete alatt meghatározott úton tudatosan, tervszerűen halad világosan körvonalozott célja felé. Azonkívül, ha barlangunkban vizek vannak, közvetlen kapcsolatba jutunk a hydrobiológiával és elkerülhetetlenné válik módszereinek alkalmazása, problémáinak a mi speciális esetünk szempontjából való megvizsgálása.

Tudvalevőleg THIENEMANN (5, 6) és HENTSCHEL a hydrobiológiában, illetőleg a limnológiában három kutatási fokot különböztetnek meg: idiographiai, cönographiai és limnológiai fokot. Ennek a három kutatási foknak három szemléleti mód, tan felel meg, amelyeket HENTSCHEL és THIENEMANN a következőképpen neveztek el:

1. Das Einzelleben im Wasser (Monobiotik HENTSCHEL, Idiobiotik THIENEMANN).

2. Das Gemeinschaftsleben im Wasser (Cönobiotik HENTSCHEL, Biocönotik THIENEMANN).

3. Das Gesamtleben im Wasser (Holobiotik HENTSCHEL, THIENEMANN).

Nézetem szerint mindenféle ökológiai irányú kutatásban megvan, illetőleg meg kell, hogy legyen ez a három fok és ez a három szemléleti mód. Ez vezetett akkor, amikor aggteleki kutatásaimról beszámoló előzetes közleményemben a barlangbiológia számára is felvettem ezt a három fokozatot. Ezek a következők:

1. Idiografiai fok: Az egyedül való élet a barlangban (Idiobiotika).
2. Cönografiai fok: A közösségek élete a barlangban (Biocönotika).
3. Spelaeológiai fok: Az összesség élete a barlangban (Holobiotika).

Hogy ezeken részletesen mit értünk, ki fog tűnni a következő fejezetekből. Ebbe a keretbe illesztve bele a barlangbiológia ismeretanyagát, nemcsak módszeres átnézethez jutunk, hanem világosan kialakul előttünk a cél is, amely felé, mint a mágnes tűnik a delejes sarkok felé, minden tettünknek és gondolatunknak irányulnia kell. Másrészt program is ez a barlangbiológiai kutatások számára, még pedig olyan program, amely lehetővé teszi számunkra, hogy a részletkutatások sok analitikai műveletéből kiindulva a kisebb köztes szintéziseken át eljussunk a felettebb kíváncsatos végső szintézishez, amely már szinte természelfilozófiai alapon foglalja össze kutatásaink eredményeit egységes, szerves egésszé.

1. Az egyedül való élet tana.

A barlangbiológiai kutatásnak ezen az első fokán egyrészt a barlangnak biológiailag fontos sajátságait kutatjuk, de csak általánosságban, másrészt a faunát és a flórát igyekszünk megismerni. A fauna és a flóra kutatása tisztára csak gyűjtés, amelynek adataiból megállapítjuk a barlang egész élővilágának állományát. Vizsgáljuk továbbá az egyes fajokat, sőt az egyedeket, igyekszünk megállapítani, hogy vannak-e a szervezeteknek olyan alaktani, bonctani, vagy élettani sajátságai, amelyeket a barlangi környezetben való élet okozhatott és melyek azok a környezeti tényezők, amelyekre azokat az alkalmazkodási jelenségeket vizsgálva lehet vezetni. Eközben semmi tekintettel sem vagyunk arra, hogy a faj, vagy az egyed nem egyedül, magában él a barlangban, hanem vannak fajtársai és más fajok is ugyanott, sőt ellenkezőleg, az egyedet, a fajt a maga egyedülvalóságában vizsgáljuk.

A mondottaknak megfelelően vizsgálatainkat két irányban kell végeznünk: természetleíró (physiographiai) és élettudományi (biológiai) irányban.

A. Természetleíró rész.

Ide tartoznak a barlangnak és a barlang tartalmának földrajzi, földtani, fizikai és kémiai sajátságai.

1. A b a r l a n g r a v o n a t k o z ó l a g : földrajzi helyzet, tengerszint feletti magasság, általános geológiai viszonyok; barlangleírás (spelaeographia): bejáratok száma, helye, minősége, a barlang hossza, mellékágai, nyílt és nem járható összeköttetései a külvilággal; barlangi helyszínrajz (spelaeotopographia): a barlang összes részeinek, termeinek, ágainak megbízható leírása; a barlang keletkezése (spelaeogenesis): a barlangüregek képződése, megtartása és változásai, a barlang tartalmának keletkezése és változásai, amennyire ezek a geológiából, ősföldrajzból, hidrologiából, továbbá a barlang általános és összehasonlító alakтанából (spelaeomorphologia) megállapíthatók. Mindezeknél a vizsgálatoknál soha sem szabad szem elől tévesztenünk, hogy munkánk nem turisztikai, hanem biológiai célokat szolgál. Ehhez kell szabnunk, hogy vizsgálataink mi mindent öleljenek fel és mibe mennyire mélyedjünk bele.

2. A b a r l a n g t a r t a l m á r a v o n a t k o z ó l a g : a barlang bejáratainak általános fényviszonyai, a fényhatár; a barlang talajviszonyai (autochthon és allochthon képződmények); barlangi vizek (spelaeohydrologia): általános hidrologiai viszonyok, a folyó, álló és csepegő vizek fizikai és kémiai viszonyai; barlangi légkör (spelaeometeorologia): általánosságban mozgó vizsgálatok a hőmérsékleti, légnedvesség, párolgási és légmozgási viszonyokról.

B. Élettudományi rész.

1. A b a r l a n g á l l a t - é s n ö v é n y v i l á g a. Faunisztikai és florisztikai kutatás az élővilág jegyzékének megállá-

pítására. Szigorúan betartandó elv az, hogy mindent kell gyűjteni, az egysejtűektől a gerincesekig, a baktériumoktól a virágos növényekig. Természetes, hogy ez rendkívül sokoldalú, odaadó és fáradtságos munkát követel a kutatótól a helyszínen, olthón pedig gondos irodalmi tanulmányt arról, hogy egyáltalában minő szervezetek előfordulása várható a barlangban és milyen viszonyok közt. Szakemberektől meg kell tudnunk a gyűjtési, konzerválási és rögzítési módokat, mert csak így tudunk mindent összegyűjteni és a gyűjtött anyagot úgy konzerválni, hogy az megfelelő állapotban kerüljön a feldolgozó specialista kezébe. Ha egyedül végezzük ezt a munkát, akkor igen nehéz, ha többen vagyunk és okos munkafelosztással dolgozunk, könnyen és eredményesebben hajthatjuk végre. A gyűjtésnél szem előtt kell tartanunk azt, hogy célunk nem egy egyszerű fauna- és flóralista összeállítása, hanem munkánk csak az alapot adja a biocönológiai vizsgálatokhoz. Erre kell tekintettel lennünk gyűjtési levénységünk közben. Hogyan, arra alább rátérek.

2. A b a r l a n g i s z e r v e z e t e k s a j á t s á g a i.

A barlangi környezet, vagyis a féllhomály, sötétség, alacsony és átlagban egyenletes hőmérséklet (levegőben és vízben), a párával telített vagy telítettséghez közelálló levegő, a kisfokú párolgás, a táplálék mennyisége és minősége, a ma uralkodó felfogás szerint bizonyos hatással van a barlangban élő lényekre. Az alábbiakban csak az állatokkal foglalkozom, a növények tekintetében LÄMMERMAYER s GAMS & MORTON munkáira utalok. A barlangi környezet tényezőinek hatásai két csoportba oszthatók:

a) A z e g y e d e k r e g y a k o r o l t h a t á s o k, amelyek a csiraplazmában nem rögzítődtek, nem öröklények és eltűnnek, ha a faj vagy az egyed más környezetbe kerül. Első sorban és főleg olyan állatokon mutatkoznak, amelyek nem valódi barlanglakók. Ilyenek pl.: a szem festékanyagának szétesése a barlangba került *Daphnia* és *Cyclops*-fajokban, az *Asellus aquaticus* fokozatos átalakulása a subsp. *cavernicola* RAC.-vá az Adelsberg melletti Crna Jama barlangban stb.; a köztakaró depigmentálódása (*Gammarus*, *Carinogammarus*, *Asellus aquaticus*); a szaporodás időszakosságának megszűnése (pl. *Quedius mesomelinus*); az életfolyamatok intenzitásának csökkenése a RGT szabály értelmében (*Culex*, *Helomyzidae* stb.); az elterjedési akadályok legyőzésének képessége (vagilitas) emelkedik, azaz vízi állatok (*Niphargus*, *Asellus*, *Gammarus*, stb.) bizonyos ideig szárazon tudnak élni, míg szárazföldiek (*Titanethes*, *Mesoniscus*) be tudnak hatolni a vízbe; a testnagyság függése az élettér nagyságától és a táplálék mennyiségétől (pl. *Niphargus*).

b) A f a j o k r a g y a k o r o l t h a t á s o k öröklények. Ezek közé tartoznak az ú. n. alkalmazkodási jelenségek, amelyek a valódi barlanglakó állatokon észlelhetők. Ezek: a sötétség hatására, jobban mondva a fény hiánya miatt, a fényérző és látószervek többé-kevésbé csökevényesednek vagy egészen eltűnnek (vakság), a köztakaró festékanyagai nem fejlődnek ki (depigmentáció), viszont sok esetben a használaton kívül helye-

zett photoreceptorokat a szagló- és tapintószervek (chemo- és tangoreceptorok) hatalmasabb kifejlődése pótolja, kompenzálja; ezzel kapcsolatban az állatok fényigénye kicsiny (oligophot) és a nagy fényváltozásokat nem bírják elviselni (stenophot). Az alacsony és egyenletes hőmérséklet következtében az állatok kis hőigényűek (oligotherm, psychrophil) lettek és nagy hőingadozásokat nem bírnak eltűrni (stenotherm). Ugyancsak a hőmérsékletre, annak viszonylagos állandóságára vezetik vissza a barlangi állatok eurychroniáját, azaz a szaporodás szakaszosságának megszűnését. A nagyfokú légnedvesség következtében a köztakaró vékonyra lett, a szárazföldi ászkák páncélja nem vastag, gyakori a trachearendszer csökevényessége és a bőrlélekzés, az állatok stenohygrások.

Meg kell jegyezni, hogy mindezeknek a sajátosságoknak, főleg pedig a fiziologiáknak (photophobia, stenohygia, stenothermia, eurychronia) a helyes megítéléséhez sürgősen és okvetlenül szükség van a módszeres kísérletes vizsgálatokra, mert nem hiányzanak jelek, amelyek arra mutatnak, hogy eddigi felfogásunk erős revízióra szorul. Az egyes fajok igényeinek, tűréshatárainak, szóval ökológiai életrealitásának kísérleti megállapítása, az alkalmazkodási jelenségek öröklékenységének vizsgálata, továbbá a fajok szokásainak a kutatása fogja megvélni a pozitív alapon nyugvó, racionális, spekulációktól lehetőleg mentes barlangbiológia alapját. Mindez elsősorban intézeti berendezkedést igényel és nagyon kívánatos volna, ha pl. a postumiai (adelsbergi) barlangtani intézet és barlangi biológiai állomás (bent a barlangban!) ilyen irányú vizsgálatokkal is foglalkoznék.

Az ilyen vizsgálatok nemcsak az egyes barlangi szervezetek pontosabb ismeretéhez fognak vezetni, hanem fontosak a további, biocönotikai kutatások szempontjából is. Azonkívül határozottabb képünk fog kialakulni a barlangi „életalakról” is, azaz arról az egyelőre eszményi alakról, amelyet a típusos barlangi állat szervezetének mutatnia kell, ha szervezetsége teljes harmóniában van környezetével.

II. A közösségek életének tana.

Az előző fejezet anyagán elmélkedve és ha a barlangban nyitott szemmel vizsgálódtunk, okvetlenül rá kellett jönnünk arra, hogy a barlangi állatokat nem lehet környezetükből kiragadva, önmagukban tanulmányozni. Szervezetük vonásait, élettani sajátosságait nem értjük meg a környezet ismerete nélkül, amely környezet tényezői többé-kevésbé erősen rányomták bélyegüket a szervezetre. Más jellemvonásaikat pedig csak úgy tudjuk megmagyarázni, ha tekintetbe vesszük, hogy az állat fajtársaival és más fajokkal együtt, bizonyos közösségben él.

Igy jutunk el a biocönotika szemléleti módjához. Ezen a fokon a barlangot nem csak egymásba nyíló természetes földalatti üregek összességének tekintjük, hanem az élettérnek, a bio-

sphaerának egy részét látjuk benne, egy (magasabbrendű!) élet-helyet (biotop), amely az őt megszállva tartó élővilágnak egészen sajátos életfeltételeket nyújt. Viszont a faunát és a flórát nem szabad többé bizonyos számú faj összességének tartanunk, hanem ennél többnek, egy (magasabbrendű!) életközösségnek (biocönosis), amelynek tagjait életbevágó fontosságú kapcsolatok, viszonylatok, vonatkozások kötik össze.

Hogy mi a biotop és a biocönosis, arra itt helyszűke miatt nem térhetek ki és az idevágó irodalomra (THIENEMANN, HESSE, stb.) utalok. A biotop bizonyos fokig már elvont fogalom, amelynek konkrét megtestesítői a barlangban a termőhelyek (Standort, oecus). Amint a biotop népessége biocönozist alkot, úgy a termőhelyek lakossága a fajállomány (microbiocönosis). Minden további kutatás célja most már az, hogy a barlang biocönózisainak minőségi és mennyiségi összetételét megállapítsuk, a különböző biocönózisok eltéréseit visszavezessük a biotopok változó környezeti tényezőire, felkutassuk a biocönózisok tagjai közt fennálló kapcsolatokat, amennyiben lehetséges, általános érvényű biocönotikai alaptételeket vezessünk le és ezek alapján a biocönózisok tagjait valamiképpen osztályozzuk. Ebbe az utóbbi kérdésbe azután belekapcsolódik a barlangi fauna történetének, keletkezésének, korának és eredetének problémája is.

Hogy melyek a termőhelyek, azokra a tapasztalat tanít meg. Az első, szemrevételező kirándulás kapcsán megállapíthatjuk ezt és ekkor arra is rájövünk, hogy a barlang nem egyszerű biotop, hanem összetett, magasabbrendű, amely a biotopoknak egész fokozati sorát zárja magában, amint hátrább látni fogjuk. Minden biotop különböző termőhelyekkel van képviselve a barlangban. A feladatunk, kutatónivalónk tehát az, hogy ezeknek a termőhelyeknek a létfeltételeit rendszeresen, módszeresen megvizsgáljuk és ugyanakkor azoknak fajállományát összegyűjtsük. Munkánk tehát itt is két részre oszlik.

A. Természeti leíró rész.

Ide tartozik a termőhelyek létfeltételeinek („Standortsbedingungen”) a vizsgálata.

1. Aktuális tényezők. A termőhelyeken ma uralkodó létfeltételeket értjük ezen, melyek elgondolásom szerint a szárazföldi termőhelyeken a következők:

- a.) Talajok minősége; talajhőmérséklet, talajnedvesség, pH.
- b.) Lég hőmérséklet. c.) Relatív nedvesség. d.) Párolgás.
- e.) Légáramlás. f.) Fényviszonyok. g.) Ionizáció. h.) Táplálék.

A vízi termőhelyeken a következő létfeltételeket kell vizsgálnunk:

- a.) Hydrographia: általános vízrajz, lokális fenékvízviszonyok, üledékek, vízmélység. b.) Vízáramlás, vízállás, vízmennyiség, vízsebesség, lebegő hordalék. c.) Chemismus: teljes analízisek, elnyelt oxigén, pH, vezetőképesség, szabad és agresszív széndioxid. d.) Hőmérséklet. e.) Táplálék: szilárd, kolloidális és oldott szerves anyagok a vízben.

Lényeges ezekben a vizsgálatokban az, hogy az év minden hónapjában minden, vagy legalább sok jellemző termőhelyen, de mindig ugyanott végezzük a vizsgálatokat, mert csak így kapunk használható, összehasonlítható adatokat. Ennyi tényezőnek állandó megfigyelése, a biológiai munka mellett, nemcsak hogy felülmúlja egy ember erejét, hanem egyenesen lehetetlen egyedül elvégezni. Ha egyedül vagyunk és a barlang nagy, akkor a megfigyelések bizony töredékesek lesznek, mert sem nem tudunk minden műszert magunkkal vinni, sem nem érthetünk kifogástalanul az összes vizsgálatok gyakorlati keresztülviteléhez. Már pedig inkább semmi adat, mint egy megbízhatatlan! Ha komoly kutatási tervről van szó, a szükséges műszereket a megfelelő intézetek a kutatónak minden valószínűség szerint rendelkezésére fogják bocsátani. Legideálisabb volna természetesen egy társas kutatás. Ehhez kell egy biológus, egy meteorológus, egy hydrologus és egy vízchemikus, akik mindegyike elvégezné a reá eső munkát. Mindez természetesen attól függ, hogy ki mennyire polihisztor. Mindenesetre megbízhatóbbak a nyert adatok, ha megfelelő szakember állapította meg azokat. Regisztráló műszerek beállítása általában csak kivételes esetben lehetséges, még ritkább az, hogy ezek számára értelmes kezelőt találjunk.

Ezekből az adatokból megkapjuk egyrészt a különböző termőhelyek környezeti eltéréseit, ami érdekes összehasonlításokra ad alkalmat, másrészt pedig ugyanazon termőhely létfeltételeinek évi ingadozásait. Ezek azok az adatok, amelyekre szükségünk van, amikor a fajállományok, majd az életközösségek minőségi és mennyiségi eltéréseirek az okát kutatjuk.

2. Történeti tényezők. E név alatt azokat a tényezőket foglaljuk össze, amelyek a múltban hatva a barlang mai környezeti viszonyainak kialakulásához vezettek. Ide tartozik elsősorban a genetikai tényező, azaz a barlang keletkezésének, kialakulásának folyamata, amelynek folyamán a barlang ökológiai viszonyai kétségtelenül többször megváltoztak, ami magával hozta az egész élővilág kisebb-nagyobb átalakulását is, pl. amikor a vizes barlangot egészen vagy részben elhagyják a vizek. A genetikai tényező tehát a barlangi élővilág kialakulásával szoros kapcsolatban van és az ú. n. korszakos egymásután (saecularis successio) okozója. Természetszerűleg ritka eset, hogy erre vonatkozólag pozitív adatok birtokába jussunk, némelykor azonban őslénytani kutatások esetleg kisegíthetnek.

A másik történeti tényező az ú. n. biotikus faktor, amelyen főképpen az emberi beavatkozásokat értjük. Az emberi kulturális ténykedések (új bejáratok törése, vízlevezetés, guanókitermelés, faanyag-beszállítás, stb.) ugyanis sok esetben képesek a környezeti viszonyokban és az életközösségek összetételében átmeneti vagy állandósult eltolódásokat, változásokat előidézni. — Ezeknek kiderítése a történeti adatoknak a jelenlegi állapottal való összehasonlításán alapszik és az eredmény sokszor bizonytalan.

B. Élettudományi rész.

1. A barlangi biotopok fokozati sora. Mint fentebb már említettem, a barlangot nem tekinthetjük egyszerű biotopnak, hanem az élellér egy magasabbrendű egységének, mégpedig szerintem biochor-nak (HESSE, p. 143). Már most a biochor és a termőhelyek közé több különböző rangú élettéregység iktatódik, amelyeknek hierarchikus sorát az alábbiakban kísérel meg rögzíteni. Mindjárt példát is hozok fel rájuk, amely példák megadásánál az aggteleki barlangban tapasztalt viszonyok lebegtek a szemem előtt. Lehet, hogy mások talán nem mennének ennyire a felosztással, azonban az kétségtelen, hogy az alább ismertelendő élettéregységek élővilága jól megkülönböztethető egymástól minőségi tekintetben, úgy hogy a felosztást én megokoltnak érzem.

Az élettéregységek fokozati sora a következő:

Termőhely: $x_1, x_2, x_3 \dots x_n$ szárazföldi, $y_1, y_2, y_3 \dots y_n$ vízi termőhelyek;

I. rendű biotop: agyag, kavics, szikla, cseppkő, stb.; vízfenék, szabad víz, felületi hártya;

II. rendű biotop: talaj, falak, stalagmitok, tető, stb.; patak, tócsák, cseppkőmedencék, stb.

III. rendű biotop: szárazföld; — vizek;

Biosynoecium: sötét barlang; — bejáratú régiók;

Biochor: a barlang.

Különösen ki kell emelnem itt a félhomályos bejáratú régiók és az egészen sötét tulajdonképeni barlang közti nagy különbséget. Elekintve attól, hogy a bejáratú régiókban a környezeti tényezők évi és napi ingadozása sokkal erősebb, mint a sötét barlangban, különösen fontosnak tartom azt, hogy a két biosynoecium táplálkozásbiológiai szempontból teljesen eltér egymástól. A bejáratú régióban, a fényhatárig, ha csökkent mértékben is, adva van a lehetőség arra, hogy ott photoszintetikusán áthasonító, zöld növények, termelők (producensek) előforduljanak, míg ez a lehetőség a sötét barlangban hiányzik. Ezért választottam szét őket, élettéri rangjuk elnevezése pedig ENDERLEIN-től származik.

2. A barlangi életközösségek. Minden termőhelynek egy bizonyos fajállomány és minden biotopnak egy biocönozis felel meg. Vannak, akik nem tartják szükségesnek, hogy a biotop és biocönozis fedjék egymást és egy biotopon belül több biocönozist is lehetségesnek gondolnak. Én a magam részéről a további kulatások és elgondolások szempontjából célszerűbbnek vélem, ha ez a két alapvető fontosságú fogalom térbelileg fedi egymást. Az élettéregységek felmenő sorrendjének értelmében az élővilág egységeinek is megvan a maguk fokozati sora. Ez az ismertelített biotopoknak megfelelően a következő:

Élettéregységek Élővilágegységek:
Termőhely (oecus) Fajállomány (microbiocoenosis)
Élethely (I. r. biotop) Életközösség (biocoenosis)

II. r. biotop	Associatio
III. r. biotop	Formatio
Biosynoecium	Consociatio
Biochor.	Élővilág (-bios, pl. troglobios).

Ezeknek az élővilágegységeknek a kereteit a rendszeres és módszeres faunisztikai, ill. florisztikai gyűjtés adataival töltjük ki. Ezért gyűjtéseinket kezdettől fogva úgy kell megszerveznünk, beállítanunk, hogy minden termőhely, vagy legalább minden I. rendű biotop élővilágát a gyűjtés után külön-külön üvegekbe rakjuk és pontosan cédulázzuk. Szükséges továbbá, hogy az első orientálódó kirándulás alkalmával már megállapítsuk a biotopokat, ki- nézzük magunknak a termőhelyeket és azután következetesen ezeken a helyeken gyűjtsünk. Más helyeken csak akkor, ha a rendszeres, módszeres, programszerű gyűjtést már elvégeztük. Ha ezt a rendszabályt elmulasztjuk, akkor egy olyan óriási barlangban, mint pl. az aggteleki, munkánk rendszertelen kapkodássá válik és adataink összehasonlíthatatlanok lesznek. Az egész munka beosztása, terjedelme a barlang kiterjedésétől függ, de, hála a barlangi környezet nagy egyhangúságának, bizonyos mértéket nem kell túlhaladnia.

Magától értelődik, hogy a környezeti tényezők vizsgálata és a biocönózisok összegyűjtése időbelileg és hely tekintetében összeesik. Így elérjük azt, hogy az életközösségek egyidejű eltérései a miliőfeltételek eselleges másnemű voltára vezethetők vissza, másrészt ugyanazon életközösségek összetételében mutalkozó évszaki különbségek megmagyarázhatókká válnak a termőhely lét-feltételeinek évi ingadozásával.

Tudvalevő, hogy a biocönózisok tagjai nem egyenlő értékűek. HESSE (p. 147—148) megkülönböztet stenotop, eurytop és heterotop állatokat, továbbá ezeknek megfelelően a biocönózison belül eucön, tyhocön és xenocön tagokat. Ezek az elnevezések nagyjában összevágznak azokkal, amelyeket a hydrobiológiában -biont, -phil és -xen végződésekkkel képeznek és a barlangtanban is a barlangi állatvilág kategóriáinak megkülönböztelésére használnak (troglobiont, troglphil, trogloxen). A fogalmak arra vonatkoznak, hogy az állatok előfordulása bizonyos biotopok biocönózisában milyen mértékben kizárólagos, állandó, hű és gyakori. Erre rendszeres kutatás esetében megtanít a tapasztalat, a statisztika, de pontosan körvonalazni ezeket csak akkor lehet, ha mennyiségi gyűjtést is végzünk.

A mennyiségi gyűjtés és a fent említett fogalmak az ú. n. geobotanikában, vegetációkutatásban (GAMS, SOÓ) használatosak, de sem egységes módszer, sem általánosan használt terminologia nem tudott kialakulni. Tudjuk, hogy a planktontanban, továbbá a vizek fenékfaunájának kutatásában már régen alkalmazzák a mennyiségi módszereket, de nem annyira biocönolitikai, mint inkább termelésbiológiai szempontból. A zoológiai biotopkutatásban nehezen tör magának utat a mennyiségi gyűjtés (ARNDT), mert az állatok mozgékonyasága folytán minden felállított tétel csak korlátozott érvényességgel bírhat. A DAHL által bevezetett időtartam-gyűjtések

(Zeitfänge) segítségével ugyan kísérleteznek egyes bűvárok (HEROLD, DOGIEL, ÖKLAND, WLADIMIRSKY, stb.), de ma még messze vagyunk attól, hogy pontosan definiált fogalmakkal,¹ megbízható módszerekkel és szemléltető kifejezési módokkal rendelkezniünk. Előbb-utóbb azonban majd elérünk erre a fokra is és erősen hiszem, hogy akkor ennek a módszernek a segítségével mélyebbre fogunk tudni hatolni a biocönozisok belső életének ismeretében és sok mindent meg fogunk tudni magyarázni, amit ma még homály fed, így például a biotopok ú. n. telítettségét vagy telítetlenségét is.

Tekintettel kell lennünk vizsgálatainknál az élővilág esetleges évszakos változásaira (aspektusok) is, az ú. n. évszakos egymásutánra (periodikus successio). Igaz, hogy ez, az irodalom tanúsága és saját tapasztalataim szerint is, egészen minimális és inkább csak a bejáratú régiók consociatióiban mutatkozik.

3. A z é l e t k ö z ö s s é g e k a l a p j a. Amint már mondtuk, az életközösség tagjai egymással életbevágó fontosságú kapcsolatokkal vannak összekötve. Ilyen kapcsolatok, vonatkozások, viszonylatok nélkül biocönozis n i n c s, mert csakis ezen relációk és korrelációk révén következik be az, amit e fejezet elején mondtam, hogy t. i. az életközösség t ö b b, mint a fajok összege. A biocönológiai kapcsolatok kutatása tehát feltétlenül kötelességünk, ha tárgyunkat valóban ökológiailag fogtuk fel, igaz, hogy ez a korrelációtan vagy „symphysiologia” (GAMS) a biocönológia legnehezebb területe, de egyúttal a legvonzóbb is. Tárgyi nehézségeken kívül, amelyek az állatok élet- és szokásstanának hiányos ismeretéből fakadnak, sokszor bizonyos pszichikai gátlásokkal is kell küzdenünk, mert az ember egyszerű idiobiotikai szemlélethez szokott elméje gyakran nehezen szokja meg az ismert, tudott dolgoknak szokatlan, újszerű beállítását, más viszonylatba való hozását, a régítől eltérő felfogását (misonismus).

Messze vezetne, ha szemléltetni akarnám azokat a biocönológiai kapcsolatokat, amelyeket főképpen a hydrobiologia bűvárai felderítettek. Csak a legáltalánosabbra, a táplálkozásbiológiai kapcsolatra emlékeztetek, annál is inkább, mert a barlangi biocönozisokon belül minden valószínűség szerint ez fog a fő összetartó kapocsnak bizonyulni. Azért mondtam, hogy „minden valószínűség szerint”, mert az aggteleki barlangon kívül sehol eddig ilyen irányú vizsgálatokat nem végeztek, tehát nincs jogom ezt a többi barlangokra is általánosítani.

Ezeknek a kutatásoknak az eredményét egyik dolgozatomban közöltem és még részletebben foglalkoztam a kérdéssel az aggteleki barlang biológiájáról írt és a közel jövőben megjelenendő monografiámban. Lényegükben a vizsgálatok arra irányultak, hogy a barlang táplálékforrásait megállapítsuk, hogy felderítsük a biocönozis (troglobios) három csoportjának: a termelőknek (producensek), fogyasztóknak (consumensek) és a lerombolóknak

¹ Használatban vannak pl. Artdichte, Wohndichte, Abundanz, Frequenz, Stetigkeit, Treue, Sättigung, stb.

(reducensek) egymáshoz való viszonyát, munkájuk egybekapcsolódását, szóval a szerves anyag körforgalmát.

Nagyon valószínű, hogy az ilyen vizsgálatok sok érdekes tény felfedezéséhez fognak vezetni, mert hiszen már az első kísérletnél kitűnt, hogy a barlangbiológia egyik alaptétele, t. i. hogy a barlang táplálkozásbiológiailag függő biotop, ahol a termelők hiányzanak, az aggteleki barlangra nem érvényes. Meggyőződésem szerint ez sok más barlangra is állani fog.

4. A biocönotikai alapelvek. Tudvalevőleg MONARD (p. 216—225) három faunisztikai tételt állított fel, amelyeket „la tendance à l'unité spécifique”, „la pénétration des faunes” és „la substitution des faunes” névvel illetett. THIENEMANN (3) általánosabb alapelvekre vezette vissza MONARD tételeit és kifejtette a biocönotika legáltalánosabb alapelveit, amelyek szerint:

1. „Je variable les Lebensbedingungen einer Lebensstätte, um so grösser die Artenzahl der zugehörigen Lebensgemeinschaft.”

2. „Je mehr sich die Lebensbedingungen eines Biotops vom Normalen und für die meisten Organismen Optimalen entfernen, um so artenärmer wird die Biocönose, um so charakteristischer wird sie, in um so grösserem Individuenreichtum treten die einzelnen Arten auf”.

Nem kell különösen hangsúlyozni, hogy a barlangi biotopok különösen alkalmasak arra, hogy rajtuk MONARD és THIENEMANN tételeinek helyességét vizsgáljuk.

Az aggteleki barlangban végzett vizsgálataim szerint különösen MONARD első tétele az, amely nagy figyelemre tarthat számot. Eredeti fogalmazásban ez így hangzik: „Dans un milieu uniforme, restreint dans le temps et l'espace, ne tend à subsister qu'une espèce par genre”. Ehhez az állításhoz úgy jutott MONARD, hogy a biocönózisban szereplő nemek számát arányba állítja a fajok számával (összesen vagy állatcsoportonként) és az ú. n. generikus együlthatókat kapta. Minél inkább „egyfajú” valamely csoport a biocönózisban, annál jobban megközelíti az együltható a lehetséges legnagyobb értéket (1). Így ha pl. egy biocönózisban megfigyelt 30 rovarfaj 30 nembe tartozik, akkor a rovarok generikus együlthatója 1, ha csak 25 nembe, akkor az együltható 0'83, 20 nem esetén pedig 0'66, stb. Az aggteleki barlangban azt tapasztaltam, hogy mennél lejjebb szállunk az élettéregységek és az élővilágegységek fokozati során, annál több százaléka az állatcsoportoknak mutatja a maximális (1) generikus együlthatót, úgy hogy a generikus együlthatókból bizonyos következtetéseket vonhatunk arra is, hogy az illető „biotop” mennyire kiegyénült, specializálódott élethely és hogy hányadrendű biotop is tulajdonképpen. A THIENEMANN-féle első alapelv demonstrálására a MONARD-féle tétel jó számszerű adatokat szolgáltat.

5. A barlangi élőlények osztályozása. ATHANASIVS KIRCHER óta számos kísérlet történt a barlangi állatvilág osztályozására. A növényeket nem igen vették tekintetbe.

SCHIÖDTE, SCHINER, RACOVITZA, ARNDT, BANTA, HESSE, SCHMITZ, THIENEMANN. és mások próbálkoztak a kategorizálással, illetőleg a SCHINER-féle hármass felosztás javíthatásával. Voltak, akik négy vagy öt csoportot akartak megkülönböztetni, mások viszont ketőre akartak szorítkozni. Ma általánosan elterjedt a SCHINER-RACOVITZA-féle hármass felosztás: troglobiontok, troglóphilek és troglóxenek, amely elnevezések lényegileg azonosak a HESSE (p. 558—559) által kreált borzalmas hibrid műszavakkal: eucaval, tychocaval, xenocaval.

Az aggteleki barlangban szerzett tapasztalataim alapján legyen szabad állást foglalnom ebben a kérdésben, annál is inkább, mert a barlang állatvilágának rendszeres és ökológiai kutatása, szemben az eddigi extenzív kutatásokkal, erre némileg fel is jogosít. Az elvek, amelyeknek alapján szerintem az ilyen osztályozás keresztülvihető, röviden a következők:

1. A beosztásnak ökológia-ethológiai alapon kell nyugodnia, életföldrajz és származástan csak másodsorban jöhet tekintetbe. — 2. A beosztás mindig barlangindividuális, azaz csak egy bizonyos barlang számára készül és csak erre érvényes teljes egészében, általánosítani csak megszorításokkal lehet. — 3. Nem a fajokat, mint olyanokat, hanem csak és kizárólag csak a fajnak a kérdéses barlangban élő, ott talált állományát kell kategorizálni. — 4. A harmadik pontból következik, hogy másféle földalatti előfordulások (humuszban, nagy kövek alatt, talajvízben, stb.) vagy bizonyos földfeletti határbiotopokban (forrás, talajvíztócsák) való előfordulás a beosztás érvényességét nem érinti. — 5. A barlangot nem szabad mint I. rendű biotopot felfogni, mint eddig tették, hanem biochornak kell tekinteni, amely a biotopok egész skáláját foglalja magában; ugyanúgy a barlang élővilága is nem egyszerű életközösség, hanem magasabbrendű egység, troglobios. — 6. Mivel az eddigi hármass beosztás I. rendű biotopra és egyszerű biocönózisra vonatkozik, a biochorként felfogott barlangra és a troglobiosra nem lehet érvényes.

Ezeknek az elveknek a részletes fejtegetésébe itt nem bocsátkozhatom, aggteleki monografiámban behatóan foglalkozom velük. Az aggteleki barlang élővilágának (troglobios) tagjait (troglobiontok) ezen az alapon négy ökológiai kategóriába osztottam be, úgymint:

1. Barlanglakók, eutroglobiontok.
2. Barlangkedvelők, hemitroglobiontok.
3. Barlangjárók, pseudotroglobiontok.
4. Barlangi vendégek, tychotroglobiontok.

Ezeknek a fogalmaknak részletes meghatározását említett összefoglaló munkám fogja tartalmazni. Természetes, hogy minden barlangban legkevesebben vannak az eutroglobiontok.

6. A barlangi élővilág eredete. A barlangi élővilág osztályozásával önkénytelenül vetődik fel az egyes csoportok korának és eredetének a kérdése, szóval a tanulmányom elején említett harmadik témakör. Ezzel a meglehetősen elméleti és spekulatív témával a bűvárok meglehetősen sokat foglalkoz-

tak. A kérdések természetéből folyik, hogy a pozitív eredmény nagyon kevés és hogy a bűvárok nézetei sokszor szöges ellentétben vannak egymással. Nézetem szerint sok kérdésre egyáltalában nem fogunk feleletet kapni, mert hiszen a barlangok keletkezése és élőviláguk kialakulása messze-messze geológiai korszakokba nyúlik vissza. A sok szép, nagy elmeéllal megalkotott teória csak légies költemény marad, amely a valóság első fuvallatára önmagában összeomlik, szétfoszlik, mert hiszen hiányzik belőle a szilárd váz, a pozitív tények valósága.

Azt hiszem, hogy többet használunk a tudománynak és a kérdés megoldásához is közelebb jutunk, ha kísérleti alapra helyezkedünk és így tanulmányozzuk a barlangba való bevándorlást, amely ma is folyamatban van. A barlangok bejáratí régiója természetes biológiai laboratórium, amely a biológusnak több és érdekesebb problémát ad fel, mint a sötét barlang maga. Azt mondhatnám, hogy a barlang bejáratí régiójában egymás mögé rosták vannak beállítva, amelyeknek szálait a fény, a hő, a légnedvesség és a táplálék fonalai alkotják. A rosta szemei a földfelszíni állatok számára befelé, a barlangiak számára kifelé egyre szűkebbek lesznek. Ez a biológiai, ökológiai rosta válogatja ki a barlangba behatolni igyekvő állatvilágot. Az állatok konstitúciójától, ökológiai életrealitásától függ, hogy át tudnak-e siklani a rosták szemein vagy fennakadnak. Ismernünk kell tehát egyrészt pontosan a bejáratí régió ökológiai viszonyait, másrészt a bejáratí határos biotopok állatainak ökológiai életrealitását és ekkor, a NAUMANN-féle miliöspektrum-elmélet segítségével hívásával, jobban meg fogjuk tudni ítélni a bejáratí régió elimináló hatását. Ezáltal máris nagy lépéssel jutottunk előre azon az úton, amely a barlangi élővilág keletkezésének megoldása felé vezet.

III. Az összesség életének tana.

A barlangbiológiai kutatás végső fokán igyekszünk levonni az előző két fok eredményeiből azokat a tanulságokat, amelyek a végső szintézishez segítenek bennünket. Ezek a barlang életében megállapítható vonatkozások, hatások, kölcsönhatások és viszonyosságok. Az alábbiakban megkíséreltem az összesség életében mutatkozó relációkat és korrelációkat az aggteleki barlangban szerzett tapasztalataim alapján vázolni. Meg kell jegyeznem, hogy a barlangtani irodalomban ez az első ilyenmű kísérlet, úgy hogy a nyújtott kép valószínűleg fogyatékos, töredékes lesz. Ha valahol, úgy itt kell az ökológiai iránynak a misoneiszmussal küzdeni.

Láttuk, hogy a barlang környezeti viszonyai az élővilág alakítani, bonctani, élettani és szokástani viszonyaira nemcsak erősen hatnak, hanem azokat sokszor egészen meghatározzák. Az aktuális környezeti tényezők nagy mértékben függenek egymástól, úgy hogy az egyiknek a változása okvetlenül maga után vonja a többiek bizonyos fokú változását is. A történelmi tényezők

közvetlenül hatottak a termőhelyek létfeltételeire, közvetve pedig az élővilág kialakulását szabták meg. Kétségtelen tehát, hogy az abiotikus tényezők döntő módon érvényesítik hatásukat az élővilágra.

Másrészt bizonyos, hogy az élővilág tagjai nem magukban élnek, hanem életközösségekbe tömörülnek, amelynek tagjait szoros, életbevágó kapcsolatok tartják össze. A különböző biotopok és biocönózisok közt viszonyosságok és kölcsönhatások állapíthatók meg, amennyiben a biocönózisok tagjai biotopjukból áthatolhatnak más biotopokba, vízi biotopból szárazföldre és fordítva; egyes fajok pedig fejlődésük folyamán biotopjukat változtatják. Szóval a kapcsolat, illetőleg a kölcsönhatás az élővilág tagjai közt, továbbá a biocönózisok közt is megvan.

Kimutatható azonban az is, hogy amint az abiotikus tényezők hatnak az élővilágra, viszont az élővilág visszahat az abiotikus tényezőkre, a biocönózis a biotopra. Hogy ez így van, arra példákat is hozhatok fel. A denevérek guánótermelése térkitöltést eredményez és növeli a barlang vonzóerejét kifelé bizonyos koprofág állatokkal szemben; a szárazföldi és vízi giliszták tevékenysége megváltoztatja a talaj, ill. az iszap fizikai és kémiai sajátosságait; az anorgoxidánsok (vas-, kén- és nitrobaktériumok) életműködése következtében a vízből eltűnnek, illetőleg megkevesbednek a vas-, mangán-, kén- és nitrogénlaktalmú vegyületek; a leromboló baktériumok működése elvonja a víz elnyelt oxigénjét; a víziállatok lélekzése megváltoztatja a víz oxigén-, széndioxid-tartalmát és hidrogénionkoncentrációját; az elhalt vízi állatok rothadása széndioxidot, kénhidrogént, stb. juttat a vízbe, stb.

Ha pedig azt látjuk, hogy az élettelen világ hat az előre, az élővilág tagjai és biocönózisai egymással vannak kapcsolatban és kölcsönhatásban, de másrészt az élővilág visszahat az élettelenre is, akkor levonhatjuk a legvégső következtetést, hogy a barlang nem csak biochor + troglobios, hanem ezek összegénél több, a kimutatott kapcsolatok és kölcsönhatások egy magasságbarendő életegységé emelik, egy olyan mikrokozmoszá, amelyent már régen a „tó”-ban látnak a hydrobiologusok. Ha valakinek kedve van hozzá, kapcsolatokat kereshet a természetfilozófiával és ezeket meg is fogja találni a DRIESCH-féle „Ganzheitlehré”-ben. Mert igen sok joggal mondhatjuk, hogy a barlang DRIESCH értelmében vett „Ganzheit”, azaz egy olyan rendszer, amely önmagát szabályozza.

Ezek után már csak az van hátra, hogy az életegységként felfogott barlangokat biológiai alapon osztályozzuk. Ez a biológiai alap nem lehet más, mint a táplálkozásbiológia, azaz a barlangoknak a táplálékkal való ellátódása. Tudjuk, hogy a tótipusok megállapításánál is a „trophia” játsza a főszerepet. Az aggteleki barlangról szóló munkám végén a következő felosztást javasolom:

I. **Monotroph barlangok.** A táplálékellátás egyféle.

1. **Exotroph barlangok** A barlangban termelők nincsenek, a táplálék kizárólag allochthon; egy produkciósor, az

anyagkörforgalom irreverzibilis; a biochor teljesen függő jellegű.

II. **Amphitroph barlangok.** Kétféle táplálékellátás (allochthon és autochthon), a biochor nem teljesen függő jellegű.

2. **Photoendotroph barlangok.** Az allochthon táplálék mellett keletkezik autochthon is, mert a bejárat régióban fotoszintézissel asszimiláló termelők (zöld növények) élnek; két produkciósor, az anyagkörforgalom részben reverzibilis.

3. **Chemoendotroph barlangok.** Az allochthon táplálékon kívül van autochthon is, mert a sötét barlangban chemoszintézissel asszimiláló termelők (anorgoxidánsok) fordulnak elő; két produkciósor, az anyagkörforgalom részben megfordítható.

4. **Photo-chemoendotroph barlangok.** Az allochthon táplálékon kívül fotoszintetikusán asszimiláló termelők a bejárat régióban és anorgoxidánsok a sötét barlangban; egy allochthon és két autochthon produkciósor; az anyagkörforgalom részben megfordítható.

* * *

Über die biologische Erforschung der Höhlen. Von dr. E. DÜDICH.

Der Verfasser gibt einen Überblick der vier grossen Themenkreise der Höhlenbiologie und weist auf die Mängel der bisherigen Forschung, hin: extensive Forschung, übertriebene Faunistik, überwiegende deskriptive Richtung, viel Tatsachenforschung, wenig Kausalforschung, sehr viel Spekulation, äusserst wenig Ökologie und Ethologie, minimale Experimentalforschung.

Nach der Ansicht des Verfassers muss eine intensive, systematische, methodische und hauptsächlich ökologische Höhlenforschung getrieben werden. Nach dem Muster der Hydrobiologie unterscheidet er drei Stufen in der höhlenbiologischen Forschung: idiographische, cönographische und spelaeologische Stufe, und gliedert den gesamten Gegenstand der Höhlenbiologie in drei Abschnitte: 1. Das Einzelleben in der Höhle (Idiobiotik); 2. Das Gemeinschaftsleben in der Höhle (Biocönotik); 3. Das Gesamt-leben in der Höhle (Holobiotik).

Unter diesen Rahmen wird eine methodologische Übersicht der Spelaeobiologie gegeben, welche gleichzeitig als Programm einer ökologischen Höhlenforschung gelten kann. Möglichst alle Fragen der Höhlenbiologie werden gestreift, an den nötigen Stellen die entsprechende ökologische Grundlage geboten und die prinzipiellen Fragen besprochen. Der Verfasser schlägt eine neue Einteilung der Höhlenbewohner vor, fasst die Höhle als eine höhere Lebensseinheit auf und gibt zum Schluss eine Klassifikation der Höhlen auf ernährungsbiologischer Grundlage.

Die ganze Abhandlung bildet eigentlich den methodologischen Rahmen und die Grundlage einer grösseren Arbeit des Verfassers, welche die Biologie der Aggteleker Tropfsteinhöhle monographisch behandeln wird. Da diese Monographie in

deutscher Sprache erscheinen wird und die sämtlichen hier gestreiften Fragen in ihr besprochen werden, verzichten wir auf einen umfangreicheren Auszug.

Irodalom. — Literatur.

- ARNDT, 1. Die Höhlen als Lebensraum der Tiere. (Jahresber. Ges. f. Höhlenforschung, 1924, p. 6–7).
 — — 2. Über die zoologische Biotopforschung in Deutschland. (Der Naturforscher, V. 1928–29, Nr. 2. pp. 6).
 BANTA, 1. The fauna of Mayfield's Cave. (Carnegie Instit. Publ. No. 67, 1907, pp. 114).
 — — 2. A comparison of the reactions of a species of surface Isopod with those of a subterranean species. (Journ. Exp. Zool. Philad. VIII, 1910, p. 243–310, 439–488).
 BECKER, Die moderne Höhlenforschung. (Der Geologe, 1925, Nr. 36, p. 767–770).
 BEKLEMISCHEV, Der Organismus und die Biocoenose. (Trav. Inst. Biol. Univ. Perm. 1, 1928, p. 145–149).
 BOKOR, 1. A magyarhoni barlangok izeltlábúi. (Barlangkutatás, IX, 1921, p. 1–22, 45–49).
 — — 2. Beiträge zur rezenten Fauna der Abaligeter Grotte. (Zoolog. Anzeiger, LXI, 1924, p. 111–121).
 BOLDORI, Per un largo inizio die studi speleologici a Postumia. (Il Monte, VIII, 1930, p. 125–126).
 BUDDENBROCK, Grundriss der vergleichenden Physiologie. (Berlin, 1928, pp. 830).
 CHAPPUIS, Die Tierwelt der unterirdischen Gewässer. (Die Binnengewässer, III, 1927, pp. 175).
 DAHL, 1. Grundsätze und Grundbegriffe der biocoenotischen Forschung. (Zoolog. Anzeiger, XXXIII, 1908, p. 349–353).
 — — 2. Kurze Anleitung zum wissenschaftlichen Sammeln und zum Konservieren von Tieren. (Jena, 1908, pp. 143).
 — — 3. Grundlagen einer ökologischen Tiergeographie. (I. 1921, pp. 115).
 DOGIEL, Quantitative studies on terrestrial fauna. (Rev. Zool. Russe, IV, 1924, p. 117–147, 148–154).
 DUDICH, 1. A magyar állatvilág kutatásának megszervezése. (Állattani Közlemények, XXV, 1928, p. 1–15).
 — — 2. Az aggteleki barlang állatvilágának élelemforrása. Die Nahrungsquellen der Tierwelt in der Aggteleker Tropfsteinhöhle. (Állatt. Közlem., XXVII, 1930, p. 67–85).
 — — 3. Az Aggteleki barlang. (Természettud. Közlöny, LXII, 1930, p. 385–397).
 — — 4. Die Geschichte und der Stand der biologischen Erforschung der Aggteleker Tropfsteinhöhle „Baradla“ in Ungarn. (Mitt. üb. Höhlen- und Karstforschung, 1930, H. 3, p. 1–19).
 ENDERLEIN, Biologisch-faunistische (entomologische) Moor- und Dünenstudien. (Ber. Westpreuss. biol.-zool. Ver. Danzig, 1908, p. 53–238).
 FRIEDERICH, Grundsätzliches über die Lebenseinheiten höherer Ordnung und den ökologischen Einheitsfaktor. (Die Naturwissenschaften, XV, 1927, p. 153–157, 182–186).
 FRIVALDSZKY J., Adatok a magyarhoni barlangok faunájához. (Math. és Természettud. Közlem. III, 1865, p. 17–53).
 GAAL, A magyar barlangkutatás és jelentősége. (A Természet, XXV, 1929, p. 203–206).
 GADEAU DE KERVILLE, Le laboratoire de spéléologie expérimentale d'HENRI GADEAU DE KERVILLE à Saint-Paer (Seine Inférieure). (Bul. soc. sci. nat. Rouen, XLVI, 1911, p. 73–91).
 GAMS, Prinzipienfragen der Vegetationsforschung. (Vierteljahrsheft d. naturf. Ges. Zürich, LXIII, 1918, p. 293–493).
 GRAETER, Die zoologische Erforschung der Höhlengewässer seit dem Jahre 1900 mit Ausschluss der Vertebraten. (Intern. Rev. d. ges. Hydrobiologie, II, 1909, p. 457–479).
 HAMANN, Europäische Höhlenfauna. (1896, pp. 296).
 HANSTEIN, Biologie der Tiere. (Leipzig, 1913, pp. 404).

- HENTSCHEL, Grundzüge der Hydrobiologie. (Jena, 1923, pp. 221)
- HEROLD, 1. Untersuchungen zur Ökologie und Morphologie einiger Landasseln. (Zft. f. Morph. Ökol. d. Tiere, IV, 1925, p. 337—414)
- — 2. Kritische Untersuchungen über die Methode der Zeitfänge zur Analyse von Landbiocönos. (L. c. X, 1928, p. 420—432).
- — 3. Weitere Untersuchungen über die Methode der Zeitfänge. (L. c. XIV, 1929, p. 614—629).
- — 4. Beiträge zur Verbreitung und Ökologie der Landisopoden der Ostbaltikums. (L. c. XVIII, 1930, p. 474—535).
- HESSE, Tiergeographie auf ökologischer Grundlage. (Jena, 1924, pp. 613).
- HESSE & DOFLEIN, Tierbau und Tierleben. II. (Leipzig & Berlin, 1914, pp. 960).
- HORUSITZKY, A barlangok rendszeres osztályozásáról. (Barlangkutatás, III, 1915, p. 71—79, 111—112).
- IVES, Cave fauna, with especial reference to ecological factors. (Journ. Elisha Mitchell Sci. Soc. Chapel Hill, N. C. XVIII, 1927, p. 84—90).
- JACOBI, Tiergeographie. (GÖSCHEN, Nr. 218, 1904, pp. 152).
- JEANNEL, 1. Sur l'évolution des Coleoptères aveugles et le peuplement des grottes dans les monts de Bihor, en Transsylvanie. (C. R. Acad. Sci. Paris, 176, 1923, p. 1670—1673).
- — 2. Faune Cavernicole de France. (Encycl. Entomologique, VII, 1926, pp. 334).
- KADIC, 1. A magyar barlangkutatás céljai és útjai. (Barlangkutatás, I, 1913, p. 12—18, 40—45).
- — 2. A barlangok kutatásáról. (Barlangkutatás, II, 1914, p. 124—132, 154—161).
- KNEBEL, Höhlenkunde. (Die Wissenschaft, XV, Braunschweig, 1906, pp. 222).
- KOBELT, Die Verbreitung der Tierwelt. (Leipzig, 1902, pp. 576).
- KOFOID, The Plankton of Echo River, Mammoth Cave. (Tr. Amer. Micr. Soc. XXI, 1900, p. 113—126).
- KRAUS, Höhlenkunde. (1894, pp. 306).
- KYRLE, 1. Aufgaben der Höhlenkunde. (Mitt. Geogr. Ges. Wien, LXII, 1919, p. 360—373).
- — 2. Grundriss der theoretischen Speläologie. (Speläologische Monographien, I, 1923, pp. 353).
- LÄMMERMAYER, Die grüne Pflanzenwelt der Höhlen. (Denkschft. Akad. Wiss. Wien, LXXXVII, 1912, p. 325—364, XC, 1914, p. 125—153, XCII, 1916, p. 107—148).
- MAAS, Lebensbedingungen und Verbreitung der Tiere. (Aus Natur und Geisteswelt, 139, 1907, pp. 138).
- MARTEL, 1. Les Abîmes. (Paris, 1894, pp. 578).
- — 2. La spéléologie au XX^e siècle. Revue et bibliographie des recherches souterraines de 1901 à 1905. (Spelunca, Paris, VI, 1905—1906, p. 1—162, 196—450, 453—810).
- MEGUSAR, Ökologische Studien an Höhlentieren. (Carniolia, 1914, p. 63—83).
- MONARD, La faune profonde du Lac de Neuchâtel. (Bull. Soc. neuchât. Sci. Nat. XLIV, 1919, p. 65—258).
- MORTON, Ökologie der Höhlenpflanzen. (Speläolog. Jahrbuch, V—VI, 1924—1925, p. 142—147).
- MORTON & GAMS, Höhlenpflanzen. (Speläolog. Monographien, V, 1925, pp. 227).
- NAUMANN, 1. Einige Hauptprobleme der modernen Limnologie. (ABDERHALDEN's Handbuch. d. biol. Arbeitsmet. Abt. IX, Teil 2, Hälfte 1, 1925, p. 555—588).
- — 2. Einige Grundlinien zur Systematik der Limnologie. (Verh. Internat. Verein. Limnol. III, 1926, p. 305—321).
- ÖKLAND, 1. Methodik einer quantitativen Untersuchung der Landschneckenfauna. (Arch. f. Molluskenk. LXI, 1929, p. 121—136).
- — 2. Quantitative Untersuchungen der Landschneckenfauna Norwegens. I. (Zft. f. Morph. Ökol. d. Tiere, XVI, 1930, p. 748—804).
- PACKARD, 1. The cave fauna of North America with remarks on the anatomy of the brain and origin of the blind species. (Mem. Nat. Acad. Sci. V, 1889, pp. 156).
- — 2. On the origin of the subterranean fauna of North America. (Amer. Natur., XXVII, 1894, p. 727—751).
- PAGANETTI-HUMMLER, Die Höhlenfauna Österreich-Ungarns und des Okkupationsgebietes. (Oest.-ungar. Revue, XXIX, 1902, p. 14—32).
- PEARSE, Animal ecology. (New-York, 1926, pp. 417).
- PEYERIMHOFF, Considérations sur les origines de la faune souterraine. (Ann. Soc.

- Ent. France, LXXV, 1906, p. 223—233).
- RABAUD, Le peuplement des cavernes et le comportement des êtres vivantes. (Biologica, Paris, I, 1911, p. 389—394).
- RACOVITZA, 1. Essai sur les problèmes biospéologiques. (Arch. zool. expér. et génér. Ser. 4, VI, 1907, p. 371—488.)
- 2. L'institut de spéléologie de Cluj et considérations générales sur l'importance, le rôle et l'organisation des instituts de recherches scientifiques. (Lucr. Inst. Spéleol. Cluj, I, (1926), p. 1—50).
- RYLOW, Einige Gesichtspunkte zur Biodynamik des Limnoplanktons. (Verh. Internat. Ver. Limnologie, III, 1926, p. 405—423).
- SCHMID, Biozönologie und Soziologie. (Naturwiss. Wochenschrift, N. F. XXI, 1922, p. 518—523).
- SCOTT, An ecological study of the plankton of Shawnee Cave. (Biol. Bull. Woods Hole, XVII, 1909, p. 386—402).
- SHELFORD, 1. Ecological succession. V. (Biol. Bull. Woods Hole, XXIII, 1912, p. 331—370).
- 2. Animal Communities in temperate America. (Geogr. Soc. of Chicago, Bull. No. 5, 1913, pp. 362).
- SOÓ, 1. Zur Nomenklatur und Methodologie der Pflanzensociologie. (Forschungsarbeiten, Collegium Hungaricum, Berlin, 1927, p. 1—19).
- 2. Über Probleme, Richtungen und Literatur der modernen Geobotanik. (Arb. I, Abt. d. Ung. Biol. Forschungsinstitut, Tihany, 1930, p. 1—51).
- SOÓS, Élet a föld alatt. (A Természet, XXVI, 1930, p. 158—160).
- SPANDL, Die Tierwelt der unterirdischen Gewässer. (Speläologische Monographien, XI, 1926, pp. 235).
- STKAUSS, Das Gammaridenauge. (Wiss. Ergebn. d. Deutschen Tiefsee-Exped. XX, Lfg. 1, 1909, p. 1—84).
- STSCHERBAKOV, Die Höhlen als biologisches Medium und ihre Bewohner. (Jestestv. i geogr. Moskov. XIV, 1909, p. 36—49).
- THIENEMANN, 1. Die Faktoren, welche die Verbreitung der Süßwasserorganismen regeln. (Arch. f. Hydrobiologie, VIII, 1913, p. 267—288).
- 2. Lebensgemeinschaft und Lebensraum. (Naturwiss. Wochenschrift, N. F. XVII, 1918, p. 282—290, 297—303).
- 3. Die Grundlagen der Biocoenotik und MONARD's faunistische Prinzipien. (Festschrift f. ZSCHOKKE, 1920, No. 4, pp. 14).
- 4. Die Gewässer Mitteleuropas. Eine hydrobiologische Charakteristik ihrer Haupttypen. (DEMOLL-MAIER: Handbuch der Binnenfischerei Mitteleuropas, I, 1923, p. 1—84).
- 5. Das Leben der Binnengewässer. (ABDERHALDEN's Handbuch d. biol. Arb. Abt. IX, Teil 2, Hälfte 1, 1925, p. 653—680).
- 6. Die Binnengewässer Mitteleuropas. (Die Binnengewässer, I, 1925, pp. 255).
- 7. Das Leben im Süßwasser. (Breslau, 1926, pp. 108).
- 8. Der Nahrungskreislauf im Wasser. (Verh. Deutsch. Zool. Ges. Kiel, XXXI, 1926, p. 29—79).
- VERHOEFF, 1. Einige Worte über europäische Höhlenfauna. (Zool. Anzeiger, XXI, 1898, p. 136—140).
- 2. Wanderungen durch die Wunder der Lebensgemeinschaft. (1925, pp. 237).
- VIRÉ, La faune souterraine de France. (Paris, 1900, pp. 158).
- V/ASMUND, Biocoenose und Thanato-Coenose. (Arch. f. Hydrobiologie, XVII, 1926, p. 1—116).
- WETTSTEIN, Die allgemeine wissenschaftliche Bedeutung der Speläologie. (Bericht, d. Bundeshöhlenkommission, II, 1921, p. 109—113).
- WILLNER, Kleine Höhlenkunde. (1917, pp. 113).
- WLADIMIRSKY, Versuch einer quantitativen Zählung der Beeren-fauna. (Zft. f. Morph. Ökol. d. Tiere, XI, 1928, p. 235—246).