

AZ AGGTELEKI BARADLA-BARLANG BIOLÓGIAI LABORATÓRIUMÁNAK MUNKÁJA*

Írta:

Z I C S I A N D R Á S

(Eötvös Loránd Tudományegyetem Állatrendszertani Tanszéke, Budapest)

Számtalan tudományos közlemény foglalkozott az elmúlt évtizedekben barlangi laboratóriumok felállításának szükségességével (DUDICH, 1931, 1932, 1934; JEANNEL, 1946; LELEUP, 1953; LIEGEAIS, 1959; MANFREDI, 1955; VANDEL, 1950, 1954), s Európában ma már működik is négy ilyen földalatti laboratórium. Sorrendben az első Jugoszláviában, a Postojna-barlangban létesült 1932-ben, majd Franciaországban, Moulisban rendezték be a másodikat 1948-ban. Közel egyidőben nyílt meg a belgák barlangi laboratóriuma Han-sur-Lessben és Dudich Endre professzor kitaró munkájának eredményeképpen az Eötvös Loránd Tudományegyetem aggteleki barlangbiológiai laboratóriuma 1958-59-ben.

A barlangi laboratórium felállítása az állatökológia terén új kutatási lehetőségeket nyitott meg hazánkban: a barlangbiológiai vizsgálatok mellett korszerű talajbiológiai kísérletek elvégzésére is alkalmat teremtett. Mielőtt azonban a földalatti laboratóriumban végzett vizsgálatainkról beszámolnék, szeretném összefoglalni a hazai barlangbiológiai kutatások eredményeit, azokat, amelyek az elmúlt fél évszázadban születtek, s amelyeknek az új laboratórium létrejöttét köszönhetjük. Az aggteleki Baradla-barlangban végzett kutatások és a laboratórium felállítása oly szorosan összeforrtak az elhunyt DUDICH ENDRE munkásságával, hogy -- úgy érzem -- akkor járok el helyesen, ha az ő általa összefoglalt eredményeket ismertetem. Abban a szerencsés helyzetben vagyok ugyanis, hogy rendelkezem egy ilyen -- DUDICH professzor úr tollából származó -- összefoglalóval, amelyet kérésünkre a Földgiliszták Ökológiai és Taxonómiai Szimpóziuma részére állított össze, és 1969. június 10-én a Baradla-barlang laboratóriumában adott elő.

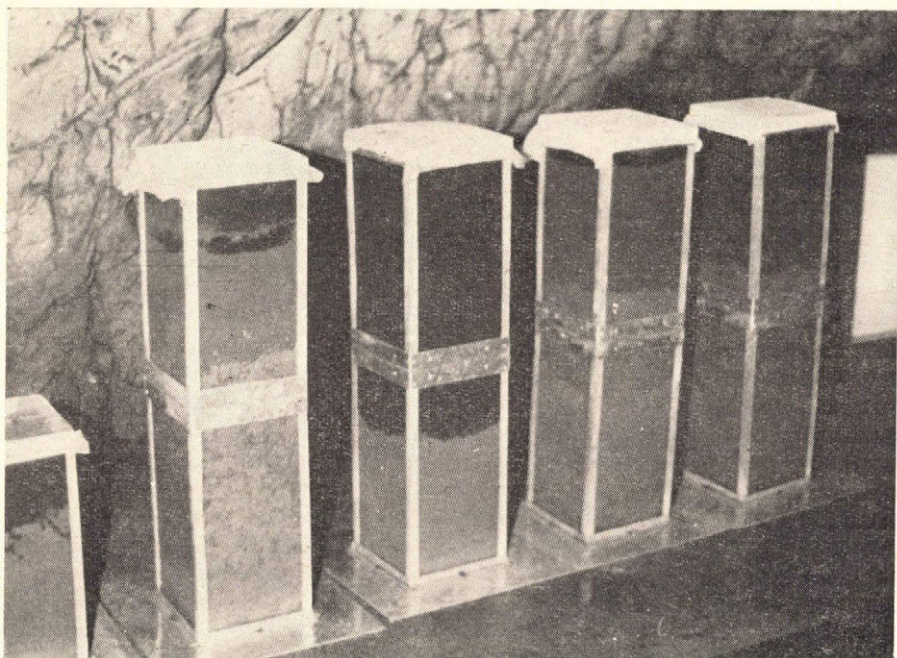
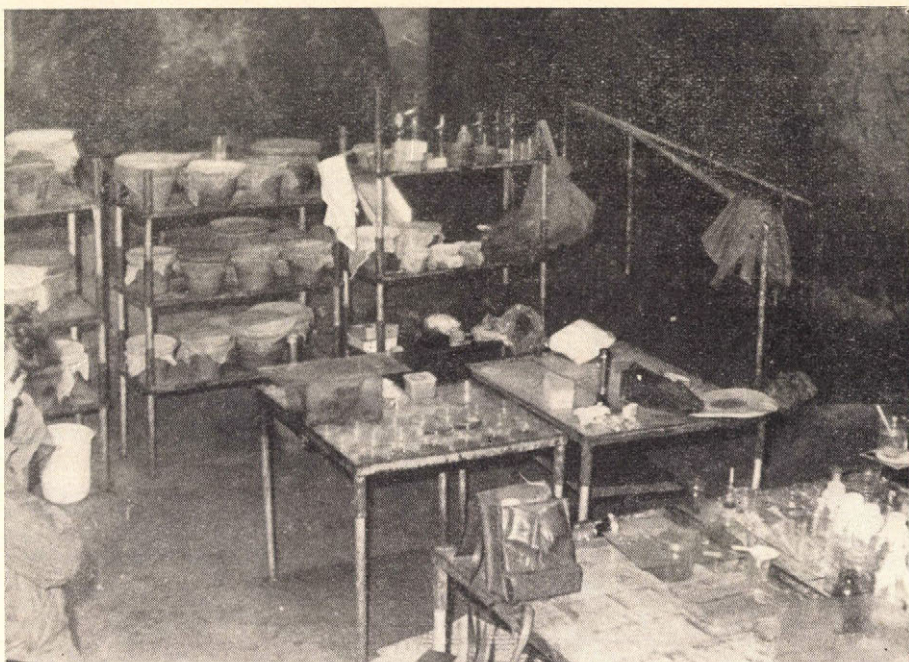
Az előadottakból mellőzni fogom a barlangra vonatkozó általános adatokat, csupán az elmúlt évtizedek szorgos munkájának eredményeit kívánom idézni, valamint azokat a gondolatokat, amelyeket DUDICH ENDRE a jövő barlangbiológiai kutatásai elé tűzött, és amelyek megoldása most már ránk vár.

Szólaljon meg tehát elhunyt professzorom összefoglalása:

„1928-ig 48 állatfaj volt ismert a Baradla-barlangból. 1928—29-ben alaposan és rendszeresen kutattam a barlangot; 1928 októberétől 1929 decemberéig 13 alkalommal jártam lenn a Baradlában, mindannyiszor 3—4 napig. Gyűjtéseim, méréseim, és a környezeti tényezőkre vonatkozó megfigyeléseim eredményeit a „Biologie der Aggteleker Tropfsteinhöhle Baradla in Ungarn” című, 1932-ben Bécsben megjelent könyvemben foglaltam össze. A kimutatott állatok száma 262-re emelkedett.

1958 óta ismét intenzíven folyik az állatvilág kutatása, s az észlelt állatfajok száma elérte a 410-et. Úgy vélem, ez világviszonylatban páratlan eredmény. Ebben a számban természetesen a barlanglakó állatok valamennyi kategóriája bennfoglaltatik. Így például: 122 Protozoa, 29 Nematoda, 13 Annelida, 9 Mollusca, 21 Crustacea, 20 Apterygota, 36 Coleoptera, 20 Hymenoptera, 50 Diptera, 10 Ara-

* Előadta a szerző az Állattani Szakosztály 1972. február 4-én tartott 631. ülésén.



*Fent: Biológiai laboratórium az aggteleki Baradla-barlangban. —
Lent: Giliszta-kísérletek edényei. (A szerző felvételei)*

neae, 30 Acarina stb. Valódi endemikus és troglobiont állatnak kell tekinteni mintegy 21 fajt: ezek: 4 Protozoa, 4 Nematoda, 2 Rotatoria, 1 Mollusca, 5 Crustacea, 3 Apterygota, 1 Coleoptera és 1 Diptera. Legfeltűnőbbek: egy szabad szemmel is megfigyelhető úszka, a *Mesoniscus graniger*; egy bolharák, a *Niphargus aggtelekiensis*, és egy futóbogár, a *Duvalius hungaricus*. A kutatások laza munkaközösségben folytak.

A barlang növényvilágát is gondos vizsgálat alá vették. Gyűjtéseim során vas- és kénbaktériumok, Oomyceták, 13 faj kalapos gomba, továbbá penészgombák összesen 21 faja került elő. A legutóbbi években Zeller Lidia 3 Gymnoascaceae, 7 Keratinophili, 2 Chryso sporium és 12 Mucorales fajt mutatott ki. Mikrobiológiai szempontból a tóiszapot (Varga, 1960), valamint a vizet és a levegőt (Molnár 1961) vizsgálták. Igen figyelemre méltó volt az algák kimutatása. Claus (1955) 69 fajt — éspedig 44 Cyanophyta, 1 Euglenophyta, 12 Chrysophyta és 12 Chlorophyta fajt — állapított meg, s ezeket a valódi, sötét barlangban. Volt közöttük a tudományra nézve új faj is. Palik Piroska (1960) még egy endemikus genust is leírt, a *Baradlaia speluncaecola*-t.

A növény- és állatvilág kutatása tehát egész szépen haladt. Az egyedi munkák alapján igazán imponáns fauna- és flóra-jegyzéket tudnánk összeállítani. Igen, közben azonban új szemléletmód jutott érvényre a biológiában. Ez pedig a biocönológia és a produktóbiológia. Ezt a szemléletet a barlangbiológiában először magam juttattam érvényre könyvemben. Összeállítottam a biotópok és biocönózisok rendszerét, és megvizsgáltam a biotópok életkörülményeit. A biocönotika alapjának tekintetem az állatok táplálkozás-biológiáját, és ezen keresztül jutottam el a produktóbiológiához. Mindaddig az a nézet uralkodott a barlangbiológiában, hogy a szaprofita növények és a nem-húsevő állatok részére minden néven nevezendő élelem-anyag behurcolás következtében, kívülről kerül a barlangba. Mivel ott nincsenek zöld növények, hiányzik a fotoszintézis. A barlang tehát kizárólag kívülről táplált biotóp lenne, producensek és így belső táplálék-képzés nélkül. Az ún. „produktó-sor” tehát „allochton”.

Rámutattam arra, hogy az általam talált vas- és kénbaktériumok, valamint a nitrifikáló baktériumok autotróf szervezetek, anorgoxidánsok, amelyek képesek kemoszintézis útján szerves anyagokat előállítani. Van tehát a barlangban is táplálék-képzés, — ellentétben a korábbi felfogással. Ez képezi a második produktó-sort, amely nem külső eredetű, hanem belső, autochton. A barlang tehát élelemellátás szempontjából nem függ teljes mértékben a külvilágtól.

A barlangi élővilág e függetlenségét a barlangokban felfedezett algák még jobban alátámasztják. A legtöbb alga színanyaga segítségével képes arra, hogy fény jelenlétében szerves anyagokat hozzon létre. Ez a fotoszintézis jelensége. Itt tehát ismét a barlang egy produktó-sorával találkozunk, amelyet primér-produkciónak kell tekintenünk.

Igen, ez nagyon szépen hangzik. De joggal kérdezhetjük: hogyan kerül sor a barlangban fotoszintézisre, ahol a Photos = a fény mint milieufaktor elvben hiányzik? Valóban fotoszintézisről van szó, vagy egy más sugárzási energiáról? Ez a növényfiziológia és a biokémia egyik kényes kérdése. Laboratóriumunkban Kol Erzsébet 1960 és 1962 között 108 algafajjal folytatott idevágó kísérleteket. A sötétben tartott fajok közül egyesek elpusztultak, mások vegetáltak, ismét mások terjedtek és szaporodtak. Valamiféle sugárzási energiának kellett hatnia, amely képes volt a kísérleti fémtartályokon is áthatolni. A nagy kérdés tehát fel van téve — a megoldás a jövő feladata. Véleményem szerint a sugárzási energiák vizsgálata lenne a produktóbiológia legfontosabb kutatási témája a barlangban.”

Az elhangzott előadás óta is folytatódott a barlang állatvilágának feltárása, és különösen olyan csoportokban (egysejtűek, Enchytraeidae stb.) sikerült újabb fajokat kimutatni, amelyek hazánkban eddig elhanyagoltak voltak (BERECZKY, 1970, DÓZSA—FARKAS, 1970). De mint arra bevezetőmben már rámutattam, a földalatti laboratórium létrejöttével nemcsak a barlangbiológiai kutatások számára nyíltak új kísérleti lehetőségek, hanem a talajban élő állatok vizsgálatára is, hiszen a talaj mint élőhely, abiotikus környezeti tényezőit tekintve nagy mértékű hasonlóságot mutat a barlangi környezettel.

A talajzoológiai kutatások napjainkban nagy erőfeszítéssel fáradoznak azon, hogy feltárják a talajfauna fajállományát, és ismereteket gyűjtsenek azoknak a fajoknak az autökológiájáról, amelyek a talajok termékenységének fenntartásában fontos szerepet töltenek be. Az autökológiai vizsgálatok alapjául szolgáló modell-kísérletekben a természetes környezeti viszonyok összességét vagy egyáltalában nem, vagy csak különleges berendezésű klímakamrák segítségével tudjuk biztosítani. Mivel ilyen nagyméretű klímakamrákkal nem rendelkezünk, és a közeljövőben sincs kilátás ilyenek beszerzésére, az adott lehetőségek kiaknázását tűztük ki célul.

Nyilvánvaló tehát, hogy a barlangbiológiai laboratórium munkáját a továbbiakban ilyen szempontok figyelembevételével kívánom ismertetni.

Általában megállapítható, hogy a talajokban, bizonyos mélységen túl, illetve mélységig, abiotikus környezeti tényezői nagymértékben megegyeznek a barlangokéval. Gondolok itt elsősorban a fényhiányra, párateltségre és a hőmérsékleti viszonyokra. Ezek olyan élettani sajátosságokat idéznek elő, amelyeket az edaphon egyes képviselőinél is megfigyelhetünk. Ilyenek a negatív phototaxia, a napfény közvetlen behatásának kerülése; hyperszenzibilitás, fokozott érzékenység mechanikai ingerekkel (rázkódás, légmozgás) szemben, érzékeny reagálás a hőmérséklet és a relatív páratartalom nagyobb ingadozásaira. Érdekes megemlíteni, hogy a talajállatok ökológiai osztályozásánál VARGA (1956) éppen ez utóbbi faktornak tulajdonít legnagyobb fontosságot.

Az aggteleki barlangbiológiai laboratórium az ún. Rókaljukban létesült, amely a bejárattól kb. 130 m távolságban ágazik le a főjáratból. A laboratórium helyiségében teljes sötétség uralkodik, a hőmérséklet 10 ± 1 °C, a levegő páratartalma 95—100%. A laboratórium tehát olyan távolságban van a bejárat régiótól, hogy a felszíni abiotikus tényezők ingadozása már nem mutatható ki. Ha klímakamrának tekintjük, a „hideg” klímakamrák kategóriájába sorolható. Ebből logikusan következik, hogy elvégzendő kísérleteink szempontjából elsősorban a hőmérséklet szerepét kell vizsgálat tárgyává tennünk.

Számos talajlakó állatra vonatkozóan (Collembolák, atkák, Enchytraeidae, Lumbricidae) megállapították, hogy tevékenységük a talajban 5 és 10 °C között a legaktívabb. Barlangbiológiai laboratóriumunk hőmérsékleti adottságai tehát az állatok aktivitása szempontjából az optimum körül mozognak. Ezek a megállapítások természetesen csak általánosságban érvényesek, és a természetben is csak meghatározott időszakokban uralkodnak, tehát számolni kell azzal a ténnyel, hogy az állandó hőmérséklet a barlangban csak bizonyos vizsgálatok elvégzésére alkalmas, illetve meghatározott periódusokra vonatkozóan ad a természethez hasonló képet. Az idő-faktor szerepe ezért igen jelentős tényező, a megfigyelések értékelésénél és általánosításánál ezért rendkívül körültekintően kell eljárni.

Aggteleken ezért olyan új kísérletek elvégzésére nyílt lehetőség egyes állatcsoportok tevékenységének tanulmányozásában, amelyeket sem a termé-

szetben, sem felszíni laboratóriumainkban, sem üvegházakban megoldani nem állt módunkban. Különösképpen vonatkozik ez a földgilisztákra, amelyeknél olyan számottevő nagyságbeli különbségek léteznek — másfél centimétertől 70—80 cm-ig terjedhet a testhosszuk —, hogy térben egységes kísérleti körülmények kialakítására még gondolni sem lehetett. Éppen ezért nagyon hézagosságok ismereteink az egyes fajok tevékenységére vonatkozóan, de főleg azokról a folyamatokról, amelyek a talaj mélyebb rétegeiben játszódhatnak le.

Talajfaunisztikai vizsgálataink során — amelyek az ország egész területére, főbb talaj- és vegetáció-típusaira kiterjedtek, és körülbelül 1500 lelőhely adatait tartalmazzák (egyres lelőhelyeken több különböző biotópon végzett mintavétellel) — sikerült 54 giliszta-fajt kimutatni hazánkban. Ha ökológiailag osztályozzuk a faunát, úgy két nagy csoportot különböztetünk meg: 1) avarban élő, általában elhalt szerves maradványokkal táplálkozó fajok; 2) a talajban élő, és bizonyos humifikációs folyamatokon átesett szervesanyagokkal táplálkozó fajok. (Ezek a csoportok tovább bonthatók: a talaj mélyében élő, de az avarból táplálkozó fajok; avarban élő, a talaj mélyebb rétegeit csak védelem céljából felkereső fajok, a talaj mélyebb rétegeinek dinamikáját közvetlenül nem érintő fajok stb.). Feltétlenül szükségesnek tartjuk a hazai fajok autökológiájának ismeretét, mert az elmúlt évtizedekben a termőtalajt olyan mélyreható behatások érték, amelyek annak biológiai egyensúlyát akár negatív (meliorációs eljárások, talajfertőtlenítés), akár pozitív irányban (trágyázás, új erdők telepítése) befolyásolva — minden esetben olyan változásokat idéztek elő, amelyek az egyes fajok tevékenységére döntő kihatással lehetnek.

Arra törekedtünk tehát az elmúlt tíz esztendőben, hogy fokozatosan vizsgálat alá vonjuk a hazai fajok legnagyobb részét. Elsősorban ethológiai és élettani kísérleteket végeztünk, de egyes fajokon egyedfejlődési megfigyeléseket is eszközölhettünk. Nem céлом itt az elért eredményeket részletesen ismertetni, csupán azt szeretném kiemelni, hogy — a laboratóriumnak hála — számos táplálkozásökológiai megfigyeléssel rendelkezünk, és ismerjük a hazai fajok táplálkozási adatait. Vizsgálat tárgyává tettük mennyiségileg és minőségileg azt az ürülék-tömeget, amelyet az egyes állatok tevékenységük folytán a talaj különböző mélységeiben helyeznek el. Különösen az utóbbi megfigyelések szolgáltattak egészen új adatokat, mert eddig csak a talaj felszínére lerakott ürülék mennyisége volt ismeretes.

A modell-kísérletek segítségével nemcsak az ürülék súlyát sikerült pontosan megállapítani, hanem humusz-kémiai analízisek útján annak mennyiségi és minőségi összetételét is. Ma már számos olyan táplálkozásökológiai adattal rendelkezünk, amelyeket a természetben lejátszódó másodlagos produkció megítélésénél — megfelelő korrekcióval — felhasználhatunk.

Természetesen nem sikerült az összes hazai faj számára a barlangban megfelelő vizsgálati körülményeket teremteni, sem táplálkozásökológiai, sem szaporodásbiológiai szempontból. Az utóbbi vizsgálatoknál a barlang állandó hőmérséklete előnytelenné bizonyult.

Nem tartom megmondhatatlan műszaki feladatnak, hogy jövőbeni kísérleteinkhez időszakosan mesterséges hőforrással, vagy ha szükséges, akár fényforrással rendelkezünk, amelyeknek automatikáját a ma már elkészült felszíni laboratóriumban helyezhetnénk el. Ehhez persze megfelelő anyagi támogatásra és a biológiai laboratórium szélesebb körű kihasználására lenne szükség.

Elhúnyt professzorom, DUDICH ENDRE elgondolásainak szellemében igyekeztem — a barlangbiológiai kutatások jövő feladatait illetően — az agg-

teleki laboratórium még szélesebb körű alkalmazásának lehetőségére rámutatni, és talán sikerült azokat a lehetőségeket is ecsetelnem, amelyeket az állatökológiai vizsgálatok terén egy ilyen természetes klímakamra magában rejt.

IRODALOM

1. BERECKZY, M. Cs. (1970): *Untersuchungen über die Rhizopodenfauna der Aggteleker „Baradla“-Höhle (Biospeologica Hungarica, XXXII)*. Opusc. Zool. Budapest, 10: 69–82.
2. CLAUS, G. (1955): *Algae and their mode of life in the Baradla cave at Aggtelek*. Acta Botan. Hung., 2: 1–21.
3. DÓZSA-FARKAS, K. (1970): *The description of three new species and some data to the Enchytraeid fauna of the Baradla Cave, Hungary (Biospeologica Hungarica, XXXIV)*. Opusc. Zool. Budapest, 10: 241–251.
4. DUDICH, E. (1931): *A barlangok biológiai kutatásáról*. Állatt. Közlem., 28: 1–23.
5. DUDICH, E. (1932): *Biologie der Aggteleker Tropfsteinhöhle „Baradla“ in Ungarn*. Wien, Speläolog. Monographien, 12: XII + 246.
6. DUDICH, E. (1934): *Einleitung*. In: WOLF: *Animalium Cavernarum Catalogus, I: VII–XXIII*.
7. GERE, G. (1965): *Fütterungsversuche mit dobenwohnenden Diplopoden und Isopoden in der Baradla-Höhle bei Aggtelek (Ungarn) (Biospeologica Hungarica, XX)*. Opusc. Zool. Budapest, 5: 193–196.
8. JEANNEL, R. (1946): *Les problèmes biospéologiques*. Sciences, Paris, 73, 49: 78–87.
9. LELEUP, N. (1953): *Le laboratoire souterrain de Moulis et considération sur l'écologie des Coléoptères reliques des Pyrénées*. Bull. Inst. R. Soc. Sc. Nat. Belg., 29/5: 1–16.
10. LIEGEOIS, P. G. (1959): *Les activités de la Fédération Spéléologique de Belgique et le laboratoire souterrain de Han-sur-Lesse*. Le Laboratoire souterrain de Han-sur-Lesse: 1–17, spec. p. 3–4.
11. MANFREDI, P. (1955): *Il Laboratorio Sotterraneo di Moulis*. Natura, Milano, 46: 32–34.
12. MOLNÁR, M. (1961): *Beiträge zur Kenntnis der Mikrobiologie der Aggteleker Tropfstein-Höhle „Baradla“*. Ann. Univ. Sci. Budapest, Sect. Biol., 4: 131–138.
13. PALIK, P. (1960): *A new blue-green alga from the cave Baradla near Aggtelek*. Ann. Univ. Sci. Budapest, Sect. Biol., 3: 275–285.
14. VANDEL, A. (1950): *Le laboratoire souterrain de C. N. R. S. Bull. Soc. Zool. France*, 85, 4: 151–158.
15. VANDEL, A. (1965): *Nouvelles de Moulis*. Notes Biospéol., 9: 83–87.
16. VARGA, L. (1956): *Zur Frage der ökologischen Klassifizierung der bodenbewohnenden Organismen*. 6^e Congr. de la Science du Sol, Paris: 231–235.
17. VARGA, L. & TAKÁTS, T. (1960): *Mikrobiologische Untersuchungen des Schlammes eines wasserlosen Teiches der Aggteleker Baradla-Höhle*. Acta Zool. Hung., 6: 429–437.
18. ZELLER, L. (1962): *Gymnoascaceae from the Aggtelek cave „Baradla“ (Biospeologica Hungarica, XVI)*. Ann. Univ. Sci. Budapest, Sect. Biol. 5: 273–280.
19. ZELLER, L. (1966): *Keratinophilic fungi from the „Baradla“ cave in Aggtelek (Biospeologica Hungarica, XXII)*. Ann. Univ. Sci. Budapest, Sect. Biol. 8: 375–388.
20. ZELLER, L. (1968): *Chrysosporium species from the „Baradla“ cave in Aggtelek (Biospeologica Hungarica, XXIV)*. Mycopath. Mycol. Appl. 34: 296–301.

DIE FORSCHUNGSARBEIT DES BIOLOGISCHEN LABORATORIUMS DER AGGTELEKER „BARADLA“-HÖHLE

Von

A. ZICSI

Im vorliegenden Aufsatz werden die biologischen Forschungsergebnisse der Tropfsteinhöhle »Baradla« anhand eines Vortrages des verstorbenen Prof. Dr. E. DUDICH zusammengefaßt. (Der Vortrag wurde gelegentlich des Symposiums über »Ökologie und Taxonomie der Regenwürmer« Nitra — Budapest, am 10. VI. 1969 in der Baradla-Höhle gehalten.)

Im weiteren erörtert Verfasser die abiotischen Faktoren (Licht, Wärme, Feuchtigkeit) des Höhlenlaboratoriums, und kommt zur Schlußfolgerung, daß das Laboratorium als Klimakammer sich zur Durchführung autökologischer Untersuchungen an Bodentieren eignet. Aufgrund der langjährigen Beobachtungen des Verfassers ließen sich für mehrere einheimische Regenwurmarten wertvolle ernährungsökologische Ergebnisse erzielen, die mit gewissen Einschränkungen auch unter natürlichen Verhältnissen Anspruch auf Gültigkeit erheben.