

A MAGYAR TUDOMÁNYOS AKADÉMIA  
TIHANYI BIOLÓGIAI KUTATÓINTÉZETÉNEK ÉVKÖNYVE (1961)  
(VOL. XXVIII.)

---

28.

ANNALES  
INSTITUTI BIOLOGICI (TIHANY)  
HUNGARICAE ACADEMIAE  
SCIENTIARUM

ADIUVANTIBUS:

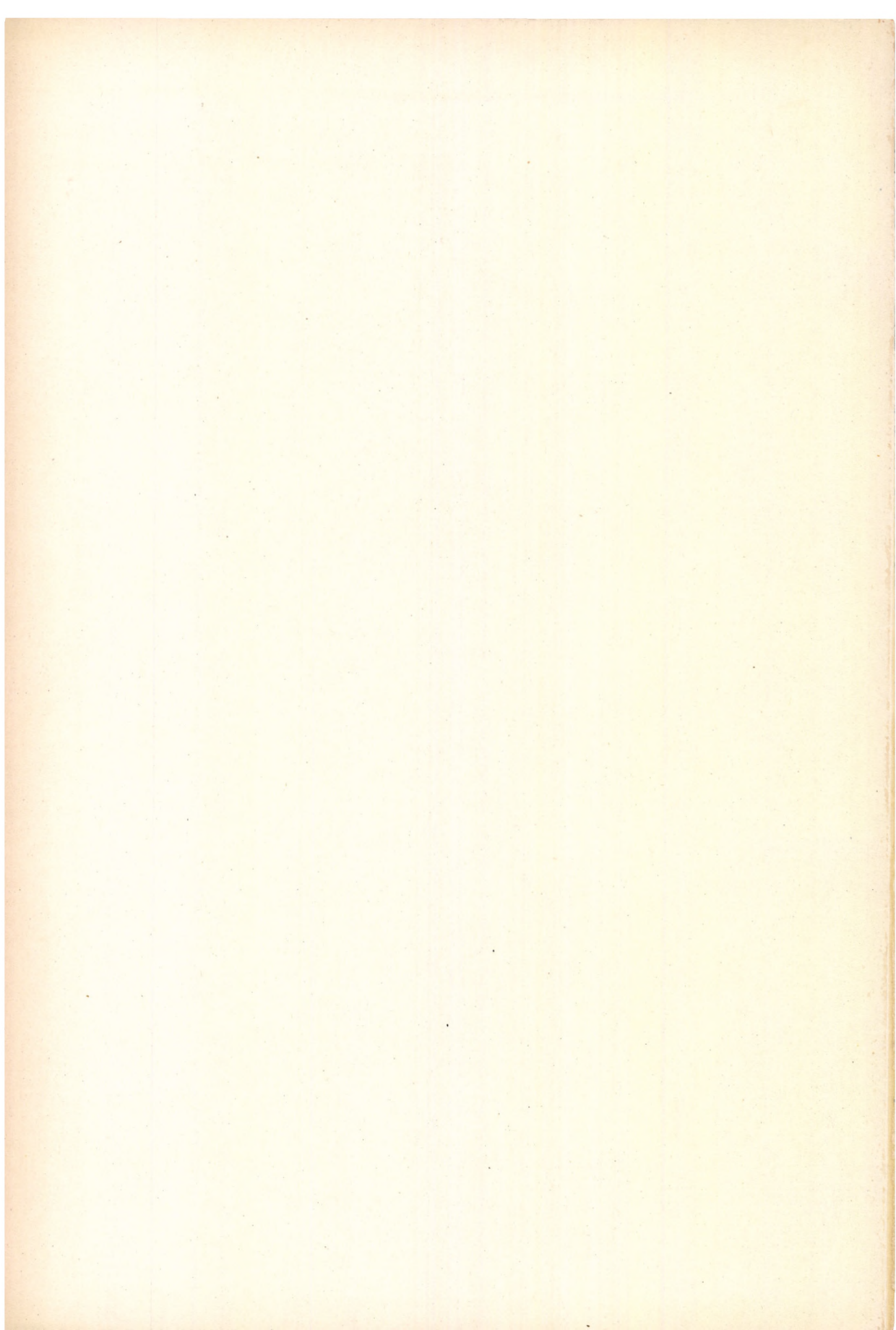
L. FELFÖLDY, J. GELLÉRT, O. SEBESTYÉN

REDIGIT:

B. ENTZ

TIHANY, 1961

ANNAL. BIOL. TIHANY



A MAGYAR TUDOMÁNYOS AKADÉMIA  
TIHANYI BIOLÓGIAI KUTATÓINTÉZETÉNEK ÉVKÖNYVE (1961)  
(VOL. XXVIII.)

---

ANNALES  
INSTITUTI BIOLOGICI (TIHANY)  
HUNGARICAE ACADEMIAE  
SCIENTIARUM

ADIUVANTIBUS:

L. FELFÖLDY, J. GELLÉRT, O. SEBESTYÉN

REDIGIT:

B. ENTZ

TIHANY, 1961

ANNAL. BIOL. TIHANY

Szerkesztő:  
ENTZ BÉLA

## RÁKOS BETEGEK VÉRSZÉRUMÁNAK HATÁSA *PARAMECIUM CAUDATUM* EHRB-RE

GELLÉRT JÓZSEF, PENKOV IVÁN, KAMARÁS LÁSZLÓ ÉS JÓZSA GÁBOR  
(Tihany, Biológiai Kutatóintézet és Veszprém, Megyei kórház Sebészeti Osztály)

Érkezett: 1961. március 14.

JULIAN HUXLEY (1957) megállapítása szerint „Cancer is not merely a medical problem: it is a biological phenomenon, whose elucidation is bound up with advances in a number of key fields of present-day biology”.

HUXLEY fenti megállapítása indított arra, hogy az emberi rákbetegség egyes biológiai jelenségeivel kísérletesen foglalkozzunk.

A kérdés igen komplex és sokoldalú voltára való tekintettel, kutatásainkban ezidáig csak a rákos vérszérumnak az egysejtűekre gyakorolt hatását helyezhettük előtérbe. Hasonló természetű vizsgálatokról egynéhány közlemény is beszámolt már (NASTIUKOVA 1944, ROSKIN 1946/a és 1946/b, HARRISON és mts-i 1948, EGAN 1950). Ezen vizsgálatok célkitűzései kizárólag a rákbetegség felismerése, esetleg korai felismerése lehetőségének módszertani kérdését helyezik előtérbe.

Az említett irodalomra támaszkodva indított vizsgálat-sorozat első lépéseként a már közölt adatoknak hazai anyagon való ellenőrzését tűztük ki célul, anélkül, hogy a hatásmechanizmusát érintenénk. Jelen tanulmányban vizsgálataink idevonatkozó eredményeiről számolunk be.

NASTIUKOVA és ROSKIN vizsgálataikban biológiai tesztként vérszérumot és *Paramecium caudatum*-ot alkalmaztak. Szerintük a rosszindulatú daganatos betegek vérszéruma toxikusan hat a Parameciumokra. Előfordul, hogy toxikus hatású a jóindulatú tumoros, egyébként egészséges alanyok széruma is, de kisebb mértékben mint a rákosoké. Ezen az alapon a malignus betegek hígított szérumával kezelt *Paramecium*ok túlélési arányát és szaporodási ritmusát hasonlították össze az egészséges felnőtt kontroll szérumának hatásával. Ezzel az eljárással 79 esetet vizsgáltak, meg és az esetek 85%-ában pontosan kimutatták a malignus tumor jelenlétét. HARRISON és munkatársai 1948-ban megismételték a vizsgálatokat. A *Paramecium aurelia* túlélési arányára támaszkodva arra a konklúzióra jutottak, hogy a legtöbb emberi szérum gyakran tartalmaz a *Paramecium*okra nézve toxikus anyagot, a hatás tehát nem egészen specifikus a rákos esetekben. EGAN 1949-ben egészséges emberek, valamint malignus és benignus tumoros betegek vérszérumával ismételte meg NASTIUKOVA vizsgálatait. Szalmafőzetben tenyésztett *Paramecium*okon előzetesen azt vizsgálta, hogy a szérum-anyag egyáltalán toxikus-e vagy sem. Azt tapasztalta, hogy míg a szalmafőzetben vagy csak vízben izolált állatok a szokásos ritmusban szaporodtak, addig a hígított szérumban izolált egyedek túlélési aránya és szaporodási ritmusa megváltozott, méghozzá a szérum koncentrációjának arányában. EGAN a 0,25–12/100 sorozatba tartozó hígí-

tási fokozatokat alkalmazta. A kis koncentrációjú szérumban az állatok túléltek és szaporodtak, a koncentráció növekedésével viszont csökkent a szaporodási ritmus, vagy még továbbhaladva bekövetkezett az állatok pusztulása. Amikor a koncentráció meghaladta az 5/100-hígítási fokot, az egészséges emberek szérumban is csak esetenként élt túl 1—1 egyed. A túlélési arány tehát egyenesen arányos a szérum koncentrációjával.

NASTIUKOVA 3,74, 1,85 és 1,25/100-as hígításokat ajánl. A 3,74/100-as hígítású normál egészséges felnőtt szérumban a *Paramecium*ok túléltek és alkalmilag szaporodtak is, míg az 1,25/100-as koncentrációjú híg szérumban a szokásos tenyészfeltételek szaporodási ritmusához viszonyítva csak igen kis mértékben következett be változás. Az ugyanazon szérum koncentrációjának megfelelően megváltozó szaporodási ritmusból lehetetlen el nem jutni a *Paramecium*okra gyakorolt szérumhatás kérdéséhez. A hatás értékeléséhez azonban nemcsak az egyes koncentrációknak megfelelő túlélési és szaporodási ritmus arányát kell figyelembe venni, hanem az ismert és ismeretlen szérum hatására az állatok egy bizonyos időegységben történő szaporodásritmusbeli változásait is. Az értékelést az ismert és ismeretlen szérum hatásának összehasonlítása adja meg. Szükséges tehát, hogy minden ismeretlen szérum esetében egészséges, felnőtt, tehát ismert egyén kontroll szérumhatását is elvégezzük. NASTIUKOVA a konklúzió érdekében az ismert és ismeretlen szérum hatására bekövetkező változásokat hasonlította össze, 24 óra időtartamra vonatkoztatva.

NASTIUKOVA azt találta, hogy a jóindulatú daganatos és egészséges egyének hígított széruma nem okoz olyan szembeötlő csökkenést az osztódásban, illetve emelkedést a pusztulásban mint a rosszindulatú daganatos esetek. A végső konklúziót az egyes szérumokra vonatkoztatva a relatív vitális index\* (RVI) kiszámításával vonhatjuk le. Az ismeretlen szérumban történő túlélési arány összehasonlítható a normál kontroll túlélési arányával, teljesen azonos kísérleti körülményeket véve alapul. Egyedüli variáns csak a szérum lehet.

Az RVI mindig + vagy — előjelű érték. NASTIUKOVA úgy véli, hogy a —20/100 index értékét kell tekinteni rosszindulatú daganatra utaló határértéknek, ettől a + irányba levő értékek viszont már nem utalnak rákos daganatra.

Kollaborációs munkánkhoz a vérszérumot a Veszprémi Megyei Kórház Sebészeti Osztálya biztosította. 1960 évben 87 esetben végeztünk tesztelést, melyből 25 volt a kontrollok száma, tehát összesen 62 rákos beteg vérszéruma került vizsgálatra. Az egészséges kontroll szérumok többnyire váll-, láb- és ujjtörésesek, valamint vakbéllel kezelték voltak, akiknek a fentiekén kívül más panaszuk nem volt. A kontroll szérumot szolgáltató ápoltak behatóbb belgyógyászati kivizsgáláson nem voltak, így érthető okokból lehetőség szerint fiatalabb egyéneket választottunk erre a célra. A tesztelésre kerülő vérszérumok a legkülönbözőbb szervi rákos betegektől származtak (19 gyomor-,

\* A relatív vitális index kiszámítása a következő képlet szerint történik:

$$I = \frac{N_2 - N_c}{N_c} \times 100$$

$N_2$  az ismeretlen szérumban,  $N_c$  a kontrollban túlélő *Paramecium*ok száma 24 óra után. Az eredeti kiindulási teszttállatok száma természetesen azonos.

10 bél-, vastagbél- és szigma-, 8 hasnyálmirigy-, 2 ductus hepaticus-, 3-epehólyag-, 13 emlő-, 1 méh- és 2 csontszarkoma, 2 neurofibroma peritonei és 2 kérdéses eset).

### Vizsgálati módszerek

A tesztelésekhez szalmafőzetben tenyésztett *Paramecium caudatum*-ot alkalmaztunk. Nagyméretű vájt tárgylemezen 0,2–0,2 ml táptalajban 5–5 *Paramecium* egyedét izoláltunk, és ehhez adtunk 0,2–0,2 ml hígított vérszérumot. A lecentrifugált vérszérumból a következő hígításokat készítettük. 5 ml bidesztillált vízhez 0,36, 0,25, illetve 0,74 ml vérszérumot kevertünk. Ezekből a hígításokból adtunk a vájt tárgylemezen izolált *Paramecium*-okhoz, és így kaptunk 1,8, 2,5 és 3,7-es hígításokat. A tárgylemezeket laboratóriumi hőmérsékleten, nedveskamrában tartottuk, és 24 óra elteltével lupé alatt közvetlen számolással állapítottuk meg a szaporodási és túlélési arányt. Minden szérum esetében és minden hígítási fokból 2–2 tárgylemezt állítottunk be, a kiértékelésnél az RVI kiszámításához az egyes hígítási fokoknak megfelelő párhuzamok átlagát vettük alapul. Minden teszteléshez 0,4 ml normál táptalajos próbát is állítottunk be, hogy az esetleges klimatikus hatásokat is figyelembe vehessük. A teszteléshez minden esetben 4–5 napos tenyészetekből izolált *Paramecium*-okat alkalmaztunk. Tettük ezt abból a célból, hogy a *Paramecium*-ok pellikulájának a tenyészet korával változó permeabilitásából származó esetleges hibaforrást kizárjuk. Az irodalmi adatoktól eltérően nem 36, hanem csak 5 *Paramecium* egyedét vettünk kiindulási alapul, a számváltozások könnyebb leolvasása érdekében. Igaz ugyan, hogy a nagyobb kiindulású egyedszám esetében a statisztikai számítás biztosabb, viszont éppen a nagyobb egyedszám direkt leolvasásának nehézségei eredményezhetnek hibaforrásokat.

### Eredmények

Vizsgálataink megerősítették a rákos betegek vérszérumának *Paramecium*-okra gyakorolt hatására vonatkozó irodalmi adatokat. Az esetek túlnyomó többségében ez a hatás ténylegesen fennáll. Vizsgálati eredményeink összefoglalásában nem kívánunk kitérni azokra a megfigyelésekre, melyek kizárólag orvosi körök érdeklődésére tarthatnak számot. A felvetett kérdésnek csak biológiai vonatkozásaira térünk ki, egynéhány kiemelt példa alapján. Az I. táblázatban foglaltuk össze azokat az eseteket, melyekből eredményeinket és konklúzióinkat vontuk le.

A táblázatban csak a kórházilag biztosan carcinomának diagnosztizált műtét előtti eseteket soroltuk fel. A NASTIUKOVA és ROSKIN által ajánlott képlet alapján értékelt esetek tehát mind carcinomára utalnak, ami viszont azt mutatja, hogy a rákos betegek vérszérumában valóban jelen vannak olyan faktorok, melyek a *Paramecium*-ok szaporodására gátlólag hatnak. A tesztelekre kerülő szérumok között feltételesen carcinomának diagnosztizált két eset is előfordult. Cs. J. esetében az RVI +53-as értékű volt, ami viszont erősen nem carcinomára utaló érték. A későbbi vizsgálatok kimutatták, hogy valóban nem mamma carcinomás esettel álltunk szemben. L. J. esetében a feltételezett cc. nem bizonyult annak, az index viszont –20-as értékű volt,

I. táblázat

Vizsg. jkv. szám	Eset	Eredeti P. száma	P. száma 24 óra után	RVI	Megjegyzés
15	H. J.	5	22	-26	inop. cc. ventriculi kontroll
16	H. I.	5	30	—	
21	Sz. P.	5	1	-90	cc. ventriculi cc. pancreatis kontroll
20	T. P.	5	6	-53	
19	B. A.	5	12	—	
51	K. J.	5	18	-23	cc. ventriculi kontroll
49	R. A.	5	24	—	
67	N. M. (1)	5	1	-70	cc. ventriculi kontroll kontroll N. M. tesztelés után 8. napra exitált
65	K. J.	5	5	—	
71	N. M. (2)	5	1	-83	
68	F. M.	5	6	—	
64	Sz. T. (1)	5	6	-40	cc. ventriculi + prostatae kontroll kontroll
62	L. J.	5	10	—	
96	Sz. T. (2)	5	1	-75	
68	F. M.	5	6	—	
88	L. J.	5	4	-64	cc. uteri, metasztázis kontroll
86	F. F.	5	12	—	
79	P. F. (1)	5	7	-21	csontszarkoma kontroll kontroll
76	H. K.	5	9	—	
91	P. F. (2)	5	8	-36	
86	F. F.	5	12	—	
20	T. P.	5	6	-53	
19	R. A.	5	13	—	cc. pancreatis kontroll
18	Sz. G.	5	5	-41	cc. intestini kontroll
17	Gy. K.	5	9	—	
45	T. J. (1)	5	11	-8	cc. hepatitis kontroll
44	M. L.	5	12	—	
50	T. J. (2)	5	15	-34	
49	R. A.	5	24	—	kontroll kontroll kontroll T. J. tesztelés utáni napon exitált
55	T. J. (3)	5	5	-28	
54	H. A.	5	7	—	

tehát éppen a NASTIUKOVA által meghatározott határértékű volt. Az utóbbi eset, bár kérdéses, hogy a határértéket hova számítsuk, azt bizonyítja, hogy egyes esetekben az egészségesek, illetve más betegségekben szenvedők vérében is gátolja a *Paramecium*ok szaporodását. Ez a gátló hatás azonban a cc-s hatás alatt marad erősségében.

Vizsgálatainkban arra a kérdésre is kitértünk, hogy a carcinomás tumor műtéti úton való eltávolítása után miképpen nyilvánul meg a szérumszűrő hatás. Eredményeinket a 2-es táblázat foglalja össze.



2. táblázat

Vizsg. jkv. szám	Eset	Eredeti P. száma	P. száma 24 óra után	RVI	Megjegyzés
6	S. L.	5	17	+77	Mamma cc., extirp. tum. kontroll
5	Sz. Gy.	5	10	—	
77	M. A.	5	8	-16	mamma cc. 7 napos műtét kontroll
76	H. K.	5	9	—	
87	Sz. J.	5	11	-8	mamma cc. 4 napos műtét kontroll
86	F. F.	5	12	—	
89	F. J.	5	13	+8	mamma cc. 4 napos műtét kontroll
86	F. F.	5	12	—	
10	H. G.	5	16	+25	pancreas cc. fél éve műtét kontroll
8	H. V.	5	13	—	
11	N. J.	5	10	+10	bél cc. kontroll
13	K. A.	5	9	—	

(Az egyes esetek mellett zárójelben levő számok az ismételt tesztelést jelentik.)

A 2. táblázat adatainak értelmében a műtét utáni vérszérumok esetében az RVI értékek a  $-20$  határérték fölött, azaz a nem rákos értékek területén vannak, tehát műtéti beavatkozás után a szérum gátló hatása csökken vagy megszűnik. Ezt bizonyítja P. L. mamma carcinomás beteg esete is, kinél műtét előtt  $-32$ -es, műtét után pedig  $-8$ -as indexet kaptunk, vagy az ugyancsak emlőrákos F. K. esete is, kinél a műtét előtti  $-20$ -as index, műtét után  $-17$ -re csökkent. Egyes esetek azonban ellentmondanak a gátló hatás műtét utáni csökkenésére vonatkozó megállapításunknak. A hasnyálmirigy rákos B. Gy. esetében például műtét előtt az indexérték  $+30$  volt, és műtét után csökkent  $-21$ -re, vagy pedig P. F. esete (ugyancsak pancreas cc.), kinél a műtét előtti  $+27$ -es érték műtét után  $-72$  lett. Mindkét esetben tehát hasnyálmirigy rákos betegről volt szó, viszont éppen ezeknek a rákosoknak az állapota is a kórfolyamat kifejlődése során ingadozó, változó. Ez a kérdés további beható vizsgálatokat igényel.

Bár ez idő szerint kevés adat áll még rendelkezésünkre, mégis arra kell következtetnünk, hogy a vérszérum gátló hatása a kórfejlődés progresszív vagy regresszív irányának megfelelően fokozódik vagy csökken. A gátló hatás csökkenése mellett szól a műtét előtti és műtét utáni szérumok tesztelésének összehasonlítása. A progresszív fejlődéssel fokozódó gátló hatást támasztja alá a régebben megoperált, de gyomor carcinómával újból kórházba került N. M. esete, kinél az első tesztelés alkalmával  $-70$ -es index értéket kaptunk, és ez 6 nap múlva már  $-83$ -ra emelkedett, majd ezt követően 7 nap múlva a beteg exitált. Hasonló jelenséget tárt fel a gyomorrákos SCH. I. esete is, kinél a diagnosztikai műtét után kapott  $+20$ -as index érték négy nap múlva  $-33$ -ra süllyedt, és ezt követően pár nap múlva elhunyt. A gyomor és prosztata rákos Sz. T. széruma az első tesztelésnél  $-40$ , majd 14 nap múlva  $-75$ -ös értéket adott, mely szintén a gátló hatás változása mellett szól.

Vizsgálataink konklúziójaként megállapíthatjuk tehát, hogy a *Parameciumok* szaporodását gátló faktorok a rákos betegek vérszérumában valóban jelen vannak. A gátló hatás viszont a tumor műtéti eltávolítása után csökken, de csökken vagy emelkedik a kórfejlődés irányának megfelelően is. ROSKIN és NASTIUKOVA ezt a gátló hatást a carcinoma diagnosztizálási módszereként kívánták felhasználni. Bár vizsgálatainknak is volt és van ilyen igyekezete, egyelőre csupán magát az effektust kívántuk revideálni. Schizophren és más ideggyógyászati kórformában szenvedő betegeken is végeztem hasonló teszteleseket (VARGHA, GELLÉRT, HUSZÁK 1955, HUSZÁK, VARGHA, GELLÉRT 1958), melyek azt mutatták, hogy a schizophrének vérszéruma éppen olyan gátló hatást fejt ki a *Parameciumokra* mint a carcinomás vérszérum. Ez viszont arra utal, hogy a carcinoma esetében nem beszélhetünk a rákra specifikus gátló hatásról. Az egyes betegségek differenciál diagnosztikai módszerei azonban el tudják különíteni a különböző betegségeket, és ez viszont magában foglalja annak lehetőségét, hogy tumoros esetekben a gátló hatást éppen a rákos daganat jelenlétének megállapítására lehessen alkalmazni. Erre vall V. V. ALPATOV professzor (Moszkva, Röntgenológiai és Radiológiai Intézet) levélbeli közlése is, mely szerint ezt a tesztelési módszert a Szovjetunióban kiváló eredményekkel alkalmazzák.

Az irodalmi adatok, de saját vizsgálataink eredményei is arra utalnak, hogy a szóban forgó szérumhatás vizsgálatok mind elméleti, mind gyakorlati vonatkozásban igen széleskörű érdeklődésre tarthatnak számot. Igen komplex kérdéssel állunk szemben. A tesztelésre használt mikroszervezetek tenyésztési és környezeti faktorai, a Protozoák anyagcseréjében bekövetkező változások, a vérszérum állapota (chemo- és sugártherápia), a műtét alkalmával eszközölt transzfúzió, de maga a műtéti trauma is, a kór fejlődésének stádiuma, a kontroll szérum, a standard körülmények stb., mind olyan tényezők, melyek jelentősen vagy éppen megtevesztően hathatnak az eredményekre.

Az eddigi vizsgálatokban csupán a szaporodásban megnyilvánuló gátló hatást vettük figyelembe, és mint láttuk, ez nem egészen rákspecifikus. A szaporodásban megmutatkozó hatás viszont csak másodlagos, az elsődleges hatás a tesztállat anyagcseréjének megváltozásában csúcsosodik ki. Ezen utóbbira vonatkozó vizsgálatok igen jelentős elméleti kérdésekre adhatnak választ.

#### IRODALOM

- EGAN, R. W. (1950): Investigation of the Paramecium Toxicity Test for the Detection of Human Malignant Tumors. — *Cancer*, **3**, 26—31.
- HARRISON, J. A., SANO, M. E., FOWLER, E. H., SHELLHAMER, R. H., BOCHER, C. A. (1948): Toxicity for paramecia of sera from cancerous and noncancerous persons. — *Federation Proc.* **7**, 306.
- HUSZÁK I., VARGHA M. GELLÉRT J. (1958): Die Wirkung des Blutes, Liquors und Urins Schizophrener auf Protozoen. — *Wiener Zeitschr. f. Nervenheilkd. u. d. Grenzgebiete*, **14**, 356—362.
- HUXLEY, J. (1957): Biological aspects of cancer. — George Allen and Unwin Ltd., London.
- NASTIUKOVA, O. K. (1944): Malignant growth in man as diagnosed by blood serum toxicity for Paramecia. — *Compt. rend. Acad. d. sc. URSS*, **43**, 360—364.
- ROSKIN, G. (1946a): Cytotoxic factor in blood of cancer patients. — *Am. Rev. Soviet. Med.*, **4**, 115—117.
- ROSKIN, G. (1946b): The toxicity of blood in cancer; serodiagnosis of malignant tumors. — *Am. Rev. Soviet. Med.* **4**, 118—127.
- VARGHA M., GELLÉRT J., HUSZÁK I. (1955): Schizophreniások vérének, liquorának, vizeletének hatása az egysejtűekre. — *Fájdalom. Az Ideggyógy. Szemle 1955. évi melléklete*, 286—87.

WIRKUNG DES BLUTSERUMS KREBS-KRANKER AUF *PARAMECIUM CAUDATUM* EHRB.

*József Gellért, Iván Penkov, László Kamarás und Gábor Józsa*

(Biologisches Forschungs Institut zu Tihany und Chirurgische Abteilung des Comitats-Spitals zu Veszprém)

Zusammenfassung

In Wiederholung der Versuche von ROSCHKIN und NASTJUKOWA haben wir die Wirkung des Blutserums von 62 Krebskranken auf die Vermehrung von *Paramecium caudatum* untersucht. Zwecks vergleichender Kontrolle wurde Blutserum junger Personen mit Schulter-, Fuß- und Fingerbrüchen angewendet. Die Versuche haben — die Feststellungen von ROSCHKIN und NASTJUKOWA bestätigend — erwiesen, daß in einem großen Prozentsatz der Fälle das Blutserum krebskranker Personen die Vermehrung von *Paramecien* verhindert.

In einigen Fällen behinderte auch das Blutserum gesunder (?) Personen eine Vermehrung der *Paramecien*. An demselben Kranken vor und nach der Operation vorgenommene Testprobe hat gezeigt, daß die toxische Wirkung des Serums nach Entfernung des carcinomen Tumors sich minderte oder geradezu aufgehört hatte. Eine, an demselben Kranken vorgenommene, wiederholte Testprobe bewies, daß die Wirkung des Serums sich mit dem Fortschreiten des Krankheitsverlaufes erhöht. Das Blutserum von Schizophren-Kranken übt eine ähnlich behindernde Wirkung auf die Vermehrung der *Paramecien* aus. Dieser Umstand weist darauf hin, daß wir hier nicht einer ausgesprochen krebs-spezifischen Wirkung gegenüberstehen. Es treten also hier recht verwickelte Fragenkomplexe in den Vordergrund. Unsere Forschungen legen dafür Zeugnis ab, daß die auf die Wirkung des in Rede stehenden Serums bezüglichen Untersuchungen das Interesse weiter Kreise erregen dürften. Die Zuchts- und Umweltfaktoren der zu den Testproben verwendeten Mikroorganismen, der Zustand des Blutserums (Chemo- und Bestrahlungstherapie), die bei der Operation angewandte Transfusion und das Operations-Trauma selbst, der Zustand der Krankheitsentwicklung, das Kontrollserum, die Standard-Verhältnisse usw. bilden sämtlich solche Faktoren, die bedeutend oder sogar geradezu irreführend auf die Ergebnisse einwirken können. Bei den bisher angestellten Versuchen haben wir bloß die Wirkung des Blutserums auf die Vermehrung der *Paramecien* in Betracht gezogen, diese ist jedoch eben nicht krebs-spezifisch. Die in der Vermehrung sich erweisende Serumwirkung ist wiederum bloß sekundär. Die primäre Wirkung des Serums kommt in der Änderung des Stoffwechsels des Testprobentieres zum Ausdruck. Die auf diesen letztgenannten Umstand bezüglichen Untersuchungen können auf recht bedeutsame theoretische Fragen Antwort geben.

*Й. Геллерт, И. Пенков, Л. Камараш, Г. Йозса:*

ВЛИЯНИЕ КРОВЯНОЙ СЫВОРОТКИ БОЛЬНЫХ РАКОМ НА  
*PARAMECIUM CAUDATUM* EHRB.

(Биологический научно-исследовательский институт в с. Тихань и Хирургическое отделение комитатской Больницы в г. Веспрем)

Резюме

Повторив исследования Рошкина и Настюковы, мы изучили действие сыворотки крови 62 больных раком, на размножение *Paramecium caudatum*. В качестве контроля применилась сыворотка крови молодых лиц с переломом плеча, ноги или пальцев. Исследования обнаружили — согласно установлениям Рошкина и Настюковы —, что кровяная сыворотка больных раком в большинстве случаев подавляет размножение *Paramecium*. В отдельных случаях даже сыворотка крови здоровых лиц (?) подавляет размножение *Paramecium*. Пробы, исполненные у того же больного до и после операции, свидетельствуют о том, что после удаления раковой опухоли токсический эффект сыворотки слабеет или даже прекращается. Повторные анализы у того же больного доказали, что по мере прогрессирования патологического процесса, эффект сыворотки усиливается.

Сыворотка крови шизофреников оказывает такое же подавляющее влияние на рост *Raametesium*. Это же говорит о том, что здесь дело не в специфически раковом действии. Следовательно, возникают весьма комплексные вопросы. Проведенные исследования утверждают, что изучение влияния сыворотки имеет весьма широкий интерес. На результаты в значительной да и в обманчивой мере могут воздействовать самые различные факторы, а именно: условия культивирования и экологические условия примененных к пробе микроорганизмов; состояние сыворотки крови (в зависимости от химио- или лучевой терапии); сделанное по случаю операции переливание крови; сама операционная травма; патогенез; контрольная сыворотка; стандартные обстоятельства и т. п. При проведенных до сих пор исследованиях учитывалось сывороточное действие только на рост *Raametesium* которое, однако, не оказалось канцероспецифическим. Но сказывающееся в росте влияние сыворотки является лишь вторичным. Первичное действие сыворотки выражается в изменении метаболизма испытываемых организмов. Относящиеся сюда исследования могут выяснить очень важные вопросы.

## UNTERSUCHUNG DER BIOLOGISCHEN UND WIRTSCHAFTLICHEN KENNZEICHEN VON AUS DER UKRAINISCHEN SOZIALISTISCHEN SOWJETREPUBLIK STAMMENDEN RASSEN VON *BOMBYX MORI* L.

ANDRÁS GUBICZA und FERENC LUKACSOVICS

Eingegangen am 10. März 1961.

In mehreren europäischen Ländern ist man teilweise oder auch vollständig auf die Zucht von weiße Cocons spinnenden Seidenraupen übergegangen. Der Grund hierfür liegt darin, daß die Weiß-Spinner gegenüber den Gelbspinnern (*Nostrana*) Rassen bedeutend größeren Seidenertrag liefern. Es wurde festgestellt, daß die Züchtungsdauer von, aus der Kreuzung von wohl ausgewählten Paaren stammenden Hybriden um 4—5 Tage kürzer, der Ertrag dagegen um 20—30% höher ist. (MIHAJLOWA 1953.) In der Sowjetunion befassen sich mehrere Institute mit der Herstellung von neuen, lebensfähigeren Rassen (MAMEDOW 1953). In Italien werden durch Kreuzung von fernöstlichen und inländischen Rassen Hybriden mit hohem Seidenertrag gezüchtet. 60—70% des Coconertrages stammt von neu hergestellten Hybriden und Polyhybriden (LOMBARDI 1957).

In Ungarn haben wir die Zucht von chinesischen, japanischen, koreanischen, französischen und italienischen Rassen seit dem Jahre 1954 untersucht (GUBICZA 1959).

Der Zweck unserer Untersuchungen war es, die in der Sowjetunion gut bewährte  $USz_1$  Rasse und die Hybriden  $USz_1 \times B_2$  unter heimatischen Verhältnissen gezüchtet, mit der in Ungarn seit langem verbreiteten Varo-Rasse zu vergleichen und andererseits, um Antwort auf derartige Fragen von ökologischer Bedeutung zu erhalten, wie z. B. den Einfluß der veränderten klimatischen Verhältnisse auf die genannten morphologischen und stoffwechsel-physiologischen Umstände der genannten Rasse *Bombyx mori* und der Hybriden.

### Material und Methode

Die überwinterten Eier wurden bei +3 bis +4 °C gehalten, die Erbrütung haben wir bei stufenweise ansteigender Temperatur vorgenommen (MNOSz 1952).\*

\* Wir haben im März 1960 aus der Ukraine (Kiew, Zoologischer Lehrstuhl) Eier von zwei *Bombyx* »Rassen« erhalten, eine  $USz_1$  Rasse und die Hybride  $USz_1 \times B_2$ .

Die Eier der in Ungarn am meisten verbreiteten Varo Rasse wurden uns vom Seidenversuchs-Institut zu Szekszárd zur Verfügung gestellt.

Für die freundliche Überlassung des Versuchsmaterials schulden wir dem Professor des Zool. Inst. in Kiew, Herrn DR. SZINYICKY, sowie dem Leiter des Seidenversuchs-Institutes zu Szekszárd, Herrn ÖDÖN GULYÁSY unseren verbindlichsten Dank.

Die Entwicklung der Raupen, der Coconspinnung, die Verpuppung, das Schlüpfen der Schmetterlinge erfolgten bei optimaler Temperatur (21–23 °C). Die Zucht wurde nach der bei den vorherigen Versuchen wohl bewährten Methode vorgenommen (GUBICZA 1959).

Es wurde Bedacht darauf genommen, daß der Entwicklung der verschiedenen Rassen die gleichen Bedingungen geboten werden. Wir haben die Versuche mit einer Individuenzahl von 2000–2500 durchgeführt. Zeitdauer der Züchtung war Mai–Juni. Unsere Untersuchungen erstreckten sich, — wie bereits erwähnt — nach mehreren Richtungen. In der vorliegenden Abhandlung wollen wir nur die wichtigeren Faktoren der Zucht, den Prozentsatz des Raupenschlüpfens, die in den Larven-, Puppen- und Schmetterlings-Stadien beobachteten Krankheiten, die Dauer der Züchtung, die Lebensfähigkeit der Raupen, den Seidenertrag und endlich die Abwickelbarkeit der Cocons bewerten.

### Versuchsergebnisse

Bei der Bewertung der wesentlicheren Züchtungseigenschaften haben wir zumindest 200 Messungen in Betracht gezogen. Die ukrainischen Züchtungsangaben der USz<sub>1</sub> Rasse und der Kreuzung USz<sub>1</sub> × B<sub>2</sub> haben wir den Werken von KARLAS und SEBESTYÉN entnommen (KARLAS 1958, SEBESTYÉN 1957).

Die Daten der in Ungarn zum erstenmale gezüchteten USz<sub>1</sub>, USz<sub>1</sub> × B<sub>2</sub> sowie der zur Kontrolle verwendeten Varo Rasse sind in der nachstehenden *Tabelle* wiedergegeben.

	USz <sub>1</sub>		USz <sub>1</sub> × B <sub>2</sub>		Varo
	Ungarn	Ukraine	Ungarn	Ukraine	
1. Schlüpfen der Raupen, in %	97,6	97,0	98,3	98,0	98,1
2. Lebensfähigkeit*	95,7	96,8	97,2	96,7	94,4
3. Züchtungsdauer in Tagen	30,0	—	29,0	—	31,0
4. Coconertrag von 30 g Eiern, in kg	103,2	90–100	104,6	95–100	98,7
5. Gewicht lebender Cocons in g	2,1	1,9	2,16	—	2,1
6. Seidenertrag**	40,9	38,6	40,0	39,8	31,6
7. Infektion der Schmetterlinge mit Nosema-Krankheit in %	0,7	—	—	—	0,2

Im Larven- und Puppenzustand kommen Polyadrosis, durch Bakterien und Pilze verursachte Erkrankungen nicht vor. Unter den Schmetterlingen fanden wir bloß schwach Nosema-infizierte Exemplare.

\* Die Lebensfähigkeit der Raupen haben wir mit der Formel  $E = \frac{C \cdot 100}{1}$  ausgedrückt, wobei

C = die Stückzahl der erzeugten Cocons,

1 = die Zahl der zur Zucht verwendeten Raupen bedeutet.

\*\* Den perzentuellen Seidenertrag im Rahmen der gewerblichen Verarbeitung haben wir mit der Formel

$$\% \text{-er Seidenertrag} = \frac{G \cdot 100}{g} \text{ errechnet, wobei}$$

G = das Gewicht der Seidengrège,

g = das Gewicht der zur Herstellung von Seidengrège verwendeten Cocons bedeutet

Die Schmetterlinge legten ihre Eier zu Ende Juni ab. Von den Eiablagen der  $USz_1$  waren 0,6% vollkommen und 3,1% teilweise bivoltinisiert. Die Eier der  $USz_1 \times B_2$  waren ausnahmslos überwinterte. Ein Raupenschlüpfen im Sommer kam nicht vor.

Den Seidengehalt und die Abwickelbarkeit der Cocons haben wir mit der Formel (SCHENK, FROEHLI 1960):

$$K = 21 \cdot N \cdot R \cdot 10^{-5*} \text{ ausgedrückt.}$$

Nach der Formel beträgt der Koeffizient der  $USz_1$  Cocons 0,694, jener der  $USz_1 \times B_2 = 0,666$ , der Varo = 0,925.

Die Cocons der  $USz_1$  und  $USz_1 \times B_2$  sind ihrer Qualität nach »gut«, die von Varo sind »mittelmäßig«.

### Bewertung der Ergebnisse

Die wesentlicheren Züchtungs-Indexziffern der in unserer Heimat erstmalig gezüchteten  $USz_1$  und  $USz_1 \times B_2$  Rassen sind nahezu gleich den in der Ukraine erreichten Ergebnissen (siehe *Tabelle*).

Die in Ungarn gezüchteten  $USz_1$  und  $USz_1 \times B_2$  übertreffen hinsichtlich des Seidenertrages und der Abwickelbarkeit der Cocons die in der Ukrainischen S.S.R. gezüchteten.

Die Zucht der in unserer Heimat verbreiteten Raupen der Varo Rasse sowie die Verarbeitbarkeit ihrer Cocons ist, — unter den gleichen Verhältnissen gezüchtet, — minderwertiger, als die  $USz_1$  und  $USz_1 \times B_2$ .

Die im Sommer abgelegten Eier der  $USz_1$  Schmetterlinge werden zu 3–4% bivoltinisiert.

### Zusammenfassung

Verfasser haben die Züchtbarkeit der aus der Ukraine importierten  $USz_1$  Rasse und  $USz_1 \times B_2$  Hybriden unter heimatlichen Verhältnissen zum Gegenstand ihrer Untersuchungen genommen. Die Aufbewahrung, Erbrütung der Eier sowie die Züchtung der Raupen wurde nach der, bei den früheren Versuchen angewendeten Methode, unter optimalen Bedingungen vorgenommen.

Als Kontrolle wurde die in Ungarn verbreitete, gelbe Cocons spinnende Rasse Varo verwendet. In der *Tabelle* haben wir folgende Angaben aufgenommen bzw. ersichtlich gemacht:

1. Schlüpfen der Raupen, in %-en
2. Zahl der Raupen aus 100 ausgeschlüpfen Eiern

\* 21 = die für *Bombyx mori* angenommene Konstante,

N = Stückzahl von 1 kg trockenen Cocons,

R = Spinnungsrendita

Die Cocons haben wir nach dem, auf Grund obiger Formel errechneten k-Werte folgendermassen klassifiziert:

wenn	$k \leq 0,650$	= sehr gute Cocons
	$0,650 < k < 0,800$	= gute Cocons
	$0,800 < k < 0,950$	= mittelmäßige Cocons
	$k \leq 0,950$	= mittlere Cocons

3. Dauer des Larvenstadiums in Tagen
4. Coconertrag von 30 g Eiern in kg
5. Lebendgewicht der Cocons in g
6. Seidenertrag in %-en
7. Nosema-Infektion der Schmetterlinge in %-en.

Verfasser haben weiters festgestellt, daß die  $USz_1$  und  $USz_1 \times B_2$  Raupen unter heimatlichen Verhältnissen sich gut züchten lassen. Die Züchtungsergebnisse sind annähernd die gleichen, wie die in der Ukraine erreichten.

Die in Ungarn gezüchteten  $USz_1$  und  $USz_1 \times B_2$  Cocons sind wertvoller, als die in der USSR. gezüchteten.

Die Zucht der Raupen der in Ungarn verbreiteten Rasse Varo, die Verarbeitung ihrer Cocons ist minderwertiger, als jene der unter denselben Verhältnissen gezüchteten Raupen der  $USz_1$  und  $USz_1 \times B_2$  Rassen bzw. Hybriden.

Die im Sommer abgelegten Eier der  $USz_1$  Schmetterlinge werden zu 3—4% bivoltinisiert.

#### LITERATUR

- GUBICZA A. (1959): Adatok a hazánkban tenyésztett *Bombyx mori* L. rasszok és hibridek tulajdonságairól. — *Annal. Biol. Tihany*, **26**, 5—18.
- KARLAS, K. V. (1958): Temperaturnij rezsim podovzsnoi zimivli jaec bilokokonnix perid sovkovicsnovo sovkoprjada. — *Dopovidi Akad. Nauk Ukr. R. Sz. R.* **12**, 1367—1371.
- LOMBARDI, P. L. (1957): Razze bianche di bachi da seta importate dalla Cina. — *Ann. della Stazionale Spezziment. di Gels. e Bach. die Ascoli Piceno III.* (*Boll. Inf. Ser.* **30**, 2714, 1957).
- MAMEDOW, Sz. D. (1953): Isutschenije kokonow belokokonüch porod. — *Textilnaja Promüschlennost* **12**, 13—15.
- MICHAJLOWA, V. (1953): Nasutschenije sadatschi w oblasti raswitija schelkowodstwa. — *Hlopkowodstvo* **3**, 67, 67—75.
- MNOSZ (1952): Ungarisches Patent Nr. 68—16—52, —S 61.
- SCHENK, A.—FROEHLI, A. (1960): Premières analyses en filature élémentaire des cocons d'*Antheraea perni*. — *II. Konf. Ser. Internat. Murcie* 1960.
- SEBESTYÉN E. (1957): A selyemhernyó tenyésztése. — Mezőgazdasági Kiadó, Budapest 1954.

#### USZSZK.-BÓL SZÁRMAZÓ *BOMBYX MORI* L. RASSZOK BIOLÓGIAI ÉS GAZDASÁGI JELLEMZŐINEK VIZSGÁLATA

*Gubicza András és Lukacsovics Ferenc*

#### Összefoglalás

A szerzők az Ukrajnából behozott  $USz_1$  és  $USz_1 \times B_2$  selyemhernyó-„fajták” tenyésztehetségét vizsgálták hazai körülmények között. A peték tárolását, kelteését és a hernyók tenyésztését korábbi kísérleteknél alkalmazott módszerrel, optimális feltételek között végezték.

A tenyésztés kontrolljaként a Magyarországon elterjedt sárga gubót szövő Varo fajtát alkalmazták. A táblázatban a következő adatokat tüntették fel:

1. Hernyókibúvás %-ban
2. Életképesség viszonzyszáma
3. Lárvafejlődés hossza napokban
4. 30 g pete gubóhozama kg-ban
5. Élőgubó súlya g-ban
6. Selyemhozam %-ban
7. Lepkék Nosemás fertőzöttsége %-ban.



Megállapították, hogy hazai környezetben az  $USz_1$  és  $USz_1 \times B_1$  selyemhernyó fajta, illetve hibrid jól tenyésztethető. A tenyésztési eredmények nagyjából azonosak az Ukrajnában elért eredményekkel.

A Magyarországon tenyésztett  $USz_1$  rassz és  $USz_1 \times B_2$  hibrid gubói értékesebbek az Ukrán Szocialista Szovjet Köztársaságban kitermelt gubóknál.

A hazánkban elterjedt Varo fajta hernyóinak tenyésztése, gubóinak feldolgozása rosszabb az ugyanolyan körülmények között felnevelt  $USz_1$  és  $USz_1 \times B_2$  fajtáénál, illetve hibridénél.

Az  $USz_1$  fajta lepkék nyáron lerakott petéinek 3–4%-a bivoltinizálódott.

A. Губица—Ф. Лукачович:

#### ИЗУЧЕНИЕ БИОЛОГИЧЕСКИХ И ХОЗЯЙСТВЕННЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ПРОИСХОДЯЩИХ ИЗ УССР РАС ВОВВУХ МОРИ L.

##### Резюме

Изучалась возможность разведения импортированных из УССР «рас» шелковичного червя  $US_1$  и  $US_1 \times B_2$  в условиях Венгрии. Хранение и вывод грен, а также разведение гусениц производились по методу, примененному при прежних опытах, в оптимальных условиях.

В качестве контроля применялась распространенная в Венгрии, дающая коконы желтого цвета вида «Варо». На табл. I приведены следующие данные:

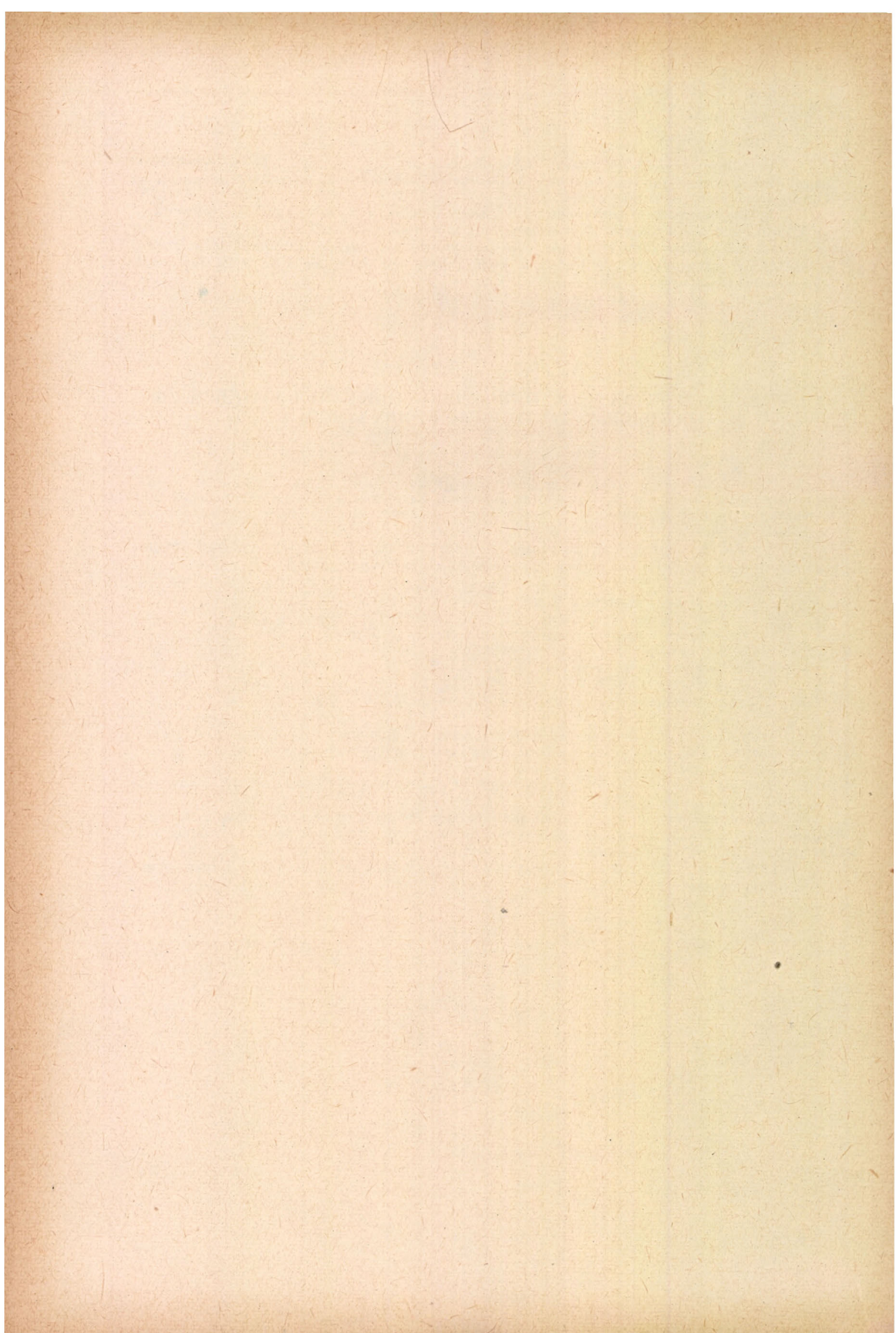
1. Вылупление гусениц в %-ах,
2. Процент жизнеспособности,
3. Продолжительность срока развития личинок в днях,
4. Выход коконов 30 г грен в кг-ах,
5. Вес живого кокона в г-ах,
6. Шелконосность в %-ах,
7. Зараженность тутового шелкопряда нозематозом в %-ах.

Установлено, что в условиях Венгрии вида  $US_1$  и гибрид  $US_1 \times B_2$  хорошо разводимы. Полученные результаты шелководства почти тождественны результатам, достигнутым на Украине.

Коконы разведенных в Венгрии виды  $US_1$  и гибрида  $US_1 \times B_2$  более ценны чем коконы, разведенные в УССР.

Разведение гусениц и переработка коконов распространенной в Венгрии вида «Варо» дают менее положительные результаты, чем разведение и переработка вида  $US_1$  и гибрида  $US_1 \times B_2$  в одинаковых условиях.

Примерно 3–4% грен, кладенных туповым шелкопрядом вида  $US_1$  в летнее время, бивольтинизировались.



## DIE ATMUNG DER VERSCHIEDENEN RASSEN VON *BOMBYX MORI* L.

### II. UNTERSUCHUNG DER ATMUNG DER LARVEN

FERENC LUKACSOVICS und ANDRÁS GUBICZA

Eingegangen: 10. März 1961.

In unserer früheren Studie (LUKACSOVICS und GUBICZA 1960) haben wir darauf hingewiesen, daß zwischen der Intensität des Sauerstoffverbrauches der verschiedenen *Bombyx* Rassen und Hybriden und dem Seidenertrag eine gewisse Korrelation nachweisbar ist. Wir haben festgestellt, daß die sich in Diapause und in embryonaler Entwicklung befindlichen Eier der einen reichen Seidenertrag liefernden fernöstlichen Rassen bei gleichem Gewicht und Zeiteinheit mehr Sauerstoff verbrauchen, als die in Europa verbreiteten und einen geringeren Seidenertrag abgebenden Rassen (Nostrana). Die Züchtungs- und textilmehchanische Reihenfolge der verschiedenen Rassen fiel mit der, auf Grund der verbrauchten Sauerstoffmenge getroffenen Rangordnung zusammen.

In vorliegender Studie soll über die Ergebnisse der Untersuchung der, in den verschiedenen Entwicklungsstadien der Raupen von Varo, Italienische Weiße, Chinesische 4 und Italienisch  $\times$  Chinesische 4 Hybride  $F_1$ -Generation gemessenen Sauerstoffverbrauch berichtet werden.

#### Material und Methode

Wir haben von den, aus den Eiern frisch geschlüpften Raupen den Sauerstoffverbrauch der bei Tagesanbruch geschlüpften und noch keine Nahrung aufgenommenen Exemplaren in den Morgenstunden gemessen. Die Tiere wurden in Bronze-Sieb Taschen von bekannten Rauminhalt in die Reaktionsgefäße gebracht.

Zu unseren Versuchen entnahmen wir die Larven aus dem Material, an welchem wir vorher den Sauerstoffverbrauch der in embryonaler Entwicklung befindlichen Eier untersucht hatten. Die Züchtung der Larven der verschiedenen Rassen erfolgte in einem gemeinsamen Raume, unter denselben Fütterungsverhältnissen. Der Sauerstoffverbrauch der entwickelteren Raupen wurde im Diapause-Zustand vor der Häutung gemessen. Hiedurch war ein identisches Entwicklungsstadium, Unbeweglichkeit und ein vollständiges Ruhen der Verdauungstätigkeit gesichert. Zur Sicherung des identischen Entwicklungszustandes die Raupen der einzelnen Rassen unter Beobachtung haltend, wählten wir gruppenweise aus 1000—2000 Individuen jene heraus, welche sich zur Häutung vorbereitend ihren Darmtrakt ungefähr zur selben Zeit entleerten und bei denen das ober der Kopfplatte gelegene Häutungsdreieck zu derselben Zeit sichtbar wurde (SEBESTYÉN 1957).

Auch von den vor der Verpuppung stehenden Larven wählten wir jene ungefähr gleich großen Exemplare aus, welche ihren Darminhalt zu derselben Zeit entleerten.

Wir haben die Atmung von, durch 14 Stunden hindurch nicht gefütterten und normal gefütterten Individuen untersucht. Diese Versuche wurden zur Orientierung vorgenommen.

Der Sauerstoffverbrauch wurde mittels des WARBURG-Apparates gemessen (KREBS 1928, DÉNES und SZÉKELY 1958), und zwar je nach dem Größtenmaße des Verbrauches durch 10–120 Minuten hindurch. Die Versuchstemperatur entsprach der mittleren Tagestemperatur des Züchtungsraumes (23 °C). Wir nahmen unsere Messungen bis zur IV. Häutung in normalen (22–25 ml) WARBURG-Gefäßen (mit einer 0,2 ml 10%-igen KOH Lösung) vor. Für die in der IV. Häutung stehenden sowie größeren Larven konstruierten wir spezielle Atmungsgefäße (siehe *Taf. I.*)\*, in welche die Tiere in einen Drahtgeflechts-Zylinder von bekanntem Rauminhalt kamen.

Bei unseren Versuchen verwendeten wir fallweise und je nach Rassen 2–300 Tiere. Die Anzahl der Ablesungen betrug 4–12. Die erhaltenen Werte wurden auf  $\mu\text{l O}_2/1 \text{ g Lebendgewicht/Stunde}$ ,  $\mu\text{l O}_2/1 \text{ Stück/Stunde}$  beziehungsweise  $\mu\text{l O}_2/100 \text{ Stück/Stunde}$  Einheiten umgerechnet. Die erhaltenen Ergebnisse haben wir mit der t-statistischen Methoden von PÁTAU (1943) kontrolliert.

### Ergebnisse

*Tabelle 1.* zeigt die Sauerstoffverbrauchs-Werte, bezogen auf 1 g Lebendgewicht, vom Schlüpfen der Larven bis zum Stadium vor der Coconspinnung. Neben den Werten haben wir jedoch die Variationsbreite nicht angegeben, da bei der statistischen Auswertung unserer Angaben dieser Faktor ohnehin in Berechnung gezogen wird ( $\Sigma d_1^2 + \Sigma d_2^2$ ). So zeigt sich z. B. bei der Untersuchung der Gruppen nach dem Schlüpfen zwischen dem Sauerstoffverbrauch

*Tabelle 1*

Sauerstoffverbrauch von Bombyx-Larven von verschiedener Entwicklung  
( $\mu\text{l O}_2/1 \text{ g Lebendgewicht/Stunde}$  (Mittelwerte))

Entwicklungszustand	Benennung der Rasse			
	Varo	Italien.	Chines.	Hybride
N. Schl.	956	1474	1200	1219
I.	714	636	709	728
II.	574	560	603	595
III.	460	513	505	721
IV.	423	427	465	383
V.	555	555	524	—

Bezeichnungen : N. Schl. = nach dem Schlüpfen  
I–IV. = Häutung  
V. = vor Coconspinnung

\* Bei der Konstruktion der speziellen Reaktionsgefäße folgten wir den nützlichen Ratschlägen des wiss. Sektionsleiters Dr. LAJOS FELFÖLDY, wofür wir ihm an dieser Stelle unseren besten Dank ausdrücken wollen.

der Varo und Italienischen Rassen eine bedeutende (518  $\mu$ l) Abweichung, während diese zwischen der Italienischen und Chinesischen Rasse weniger (274  $\mu$ l) beträgt. Trotzdem kann zwischen der ersten beiden Rassen — eben wegen der größeren Breite der Variation — kein signifikanter Unterschied nachgewiesen werden, dagegen zeigen die letzteren nebst einer geringeren Abweichung sichere Unterschiede.

In der *Tabelle 2*. bringen wir die statistische Auswertung der einzelnen Messungsgruppen-Ergebnisse.

*Tabelle 2*

Larven nach dem Schlüpfen:

Varo	Italien.	m = 6	t = 1,78	P = 0,3000	Kein Unterschied
Varo	Chines.	m = 6	t = 0,81	P = 0,4	''
Varo	Hybride	m = 6	t = 0,87	P = 0,38	''
Italien.	Chines.	m = 6	t = 5,0	P < 0,0027	sicherer ''
Italien.	Hybride	m = 6	t = 5,2	P < 0,0027	'' ''
Chines.	Hybride	m = 6	t = 0,05	P > 0,95	kein ''

Larven der I. Häutung:

Varo	Italien.	m = 8	t = 5,00	P = 0,001	sicherer Unterschied
Varo	Chines.	m = 8	t = 0,2	P = 0,85	kein ''
Varo	Hybride	m = 8	t = 0,6	P = 0,56	'' ''
Italien.	Chines.	m = 10	t = 3,7	P < 0,005	schw. sich. ''
Italien.	Hybride	m = 10	t = 4,5	P < 0,0027	sicherer ''
Chines.	Hybride	m = 10	t = 0,8	P = 0,44	kein ''

Larven der II. Häutung:

Varo	Italien.	m = 10	t = 0,77	P = 0,46	kein Unterschied
Varo	Chines.	m = 9	t = 1,79	P = 0,11	'' ''
Varo	Hybride	m = 10	t = 1,06	P = 0,32	'' ''
Italien.	Chines.	m = 9	t = 2,7	P = 0,024	'' wirkl. ''
Italien.	Hybride	m = 10	t = 1,81	P = 0,11	'' ''
Chines.	Hybride	m = 9	t = 0,48	P = 0,64	'' ''

Larven der III. Häutung:

Varo	Italien.	m = 10	t = 2,23	P = 0,05	kein Unterschied
Varo	Chines.	m = 10	t = 2,82	P = 0,018	'' wirkl. ''
Varo	Hybride	m = 10	t = 7,38	P < 0,0002	sicherer ''
Italien.	Chines.	m = 10	t = 0,39	P = 0,702	kein Unterschied
Italien.	Hybride	m = 10	t = 5,57	P < 0,0002	sicherer ''
Chines.	Hybride	m = 10	t = 6,56	P < 0,0002	sicherer ''

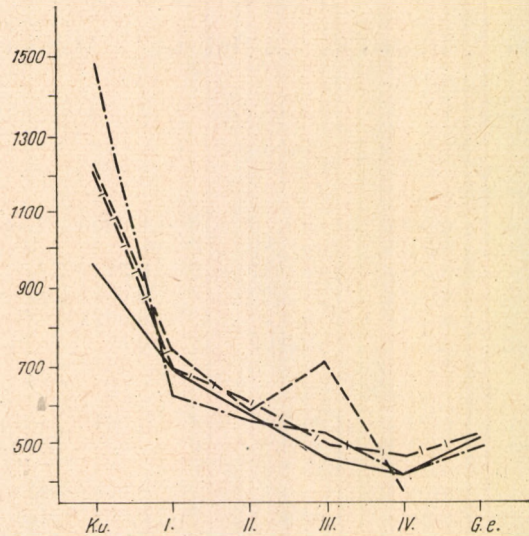
Larven der IV. Häutung:

Varo	Italien.	m = 10	t = 0,54	P = 0,6	kein Unterschied
Varo	Chines.	m = 10	t = 4,25	P < 0,0027	sicherer ''
Varo	Hybride	m = 10	t = 4,99	P < 0,001	sicherer ''
Italien.	Chines.	m = 10	t = 5,18	P < 0,0005	sicherer ''
Italien.	Hybride	m = 13	t = 7,68	P < 0,0002	sicherer ''
Chines.	Hybride	m = 13	t = 12,65	P < 0,0002	sicherer ''

Larven von Bindung:

Varo	Italien.	m = 10	t = 0,025	P = 0,98	kein Unterschied
Varo	Chines.	m = 10	t = 0,94	P = 0,38	'' ''
Italien.	Chines.	m = 10	t = 1,09	P = 0,32	'' ''

Der auf die Gewichtseinheit bezogene Wert des Sauerstoffverbrauches der Larven des IV. Lebensabschnittes sinkt mit den aufeinander folgenden Lebensabschnitten (*Abb. 1*). Eine geringe Steigerung zeigt sich nach dem IV. Lebensabschnitt. Der Verlauf der Verbrauchskurven ist — abgesehen vom hervorspringenden Wert der Hybriden-Larven der IV. Häutung — annähernd



*Abb. 1.* Sauerstoffverbrauch verschiedener Raupen in verschiedenen Entwicklungsstadien ( $\mu\text{l O}_2/1\text{ g Lebendgewicht/Stunde.}$ )

*1. ábra* A különböző fejlődésbeli hernyók oxigénfogyasztása ( $\mu\text{l O}_2/1\text{g élő súly/óra egy-ségekben.}$ )

—————	Varo (V) — Varo
- . - . - . - .	Italienische — itáiai (I)
-   -   -   -	Chinesische — kínai (K)
- - - - -	Hybrid — hibrid (H)
K. u.	Nach Schlüpfen — Kikelés után
G. E.	Vor Verpuppung — gubószövés előtt
I—IV.	Häutung — vedlés

gleich. Für den höheren Wert von Larven der III. Häutung können wir erst nach weiteren Untersuchungen eine Erklärung bringen.

Ein von den Ergebnissen der *Tabelle 1* wesentlich abweichendes Bild erhalten wir, wenn wir den Sauerstoffverbrauch der einzelnen Rassen auf die Stückzahl beziehen (*Tabelle 3*).

Die *Abbildung 2* zeigt den Gasaustausch von 100 Larven und zwar in der Weise, daß wir bei den logarithmischen Werten der mittleren Verbrauchssummen den Wert der Varo Rasse — als Grundrasse, — mit Null angesetzt und die von diesem Wert sich ergebenden Abweichungen in + und — Richtung dargestellt haben.

Betrachten wir endlich die Ergebnisse der an gefütterten und nicht gefütterten Exemplaren vorgenommenen Vorversuche (*Abb. 3*). Die plan-dreieckige Darstellungsweise wurde nur zur besseren Veranschaulichung gewählt. Die Skalenintervalle wurden willkürlich angenommen, in der Weise, daß die

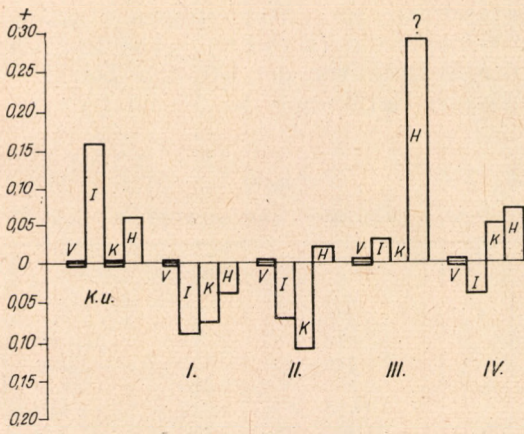


Abb. 2. Sauerstoffverbrauch von 100 Raupen. Die logarithmische Mittelwerte wurden mit den Werten von der Rasse Varo verglichen. Letztere wurde als 0 angenommen. S. Abb. 1.

2. ábra. 100 db hernyó  $O_2$ -fogyasztása. Az átlagfogyasztások logaritmált értékeit a Varo-hoz mint 0 értékhez viszonyítottuk. L. 1. ábra.

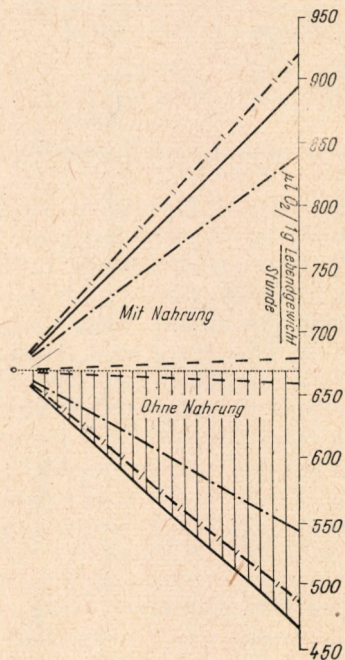


Abb. 3. Sauerstoffverbrauch von während 14 Stunden gehungerten und normal gefütterten Raupen.

3. ábra. 14 órán át éheztetett és normálisan táplált hernyók  $O_2$ -fogyasztása.

— Varo — Varo  
 - . - . - . Italienische — itáliai  
 - - - - - Hybride — hibrid  
 - | - | - | Chinesische — kínai

Abszissenachse die Ordinate im arithmetischen Mittelwert der geringsten Sauerstoffverbrauchs-Amplitude (Hybride) schneidet. Die Entfernung des Ausgangspunktes der Abszisse von der Ordinate beträgt die Hälfte der, an der Ordinate gemessenen Entfernung der Minimal-Maximal-Werte.

Tabelle 3

Sauerstoffverbrauch von 100 Stück Larven verschiedener Entwicklung in  $\mu$ l

	Varo	Italien.	Chines.	Hybride
N. d. Schl.	49	71	49	56
I.	510	420	440	470
II.	2 390	2 040	3 880	2 520
III.	8 470	9 040	8 640	15 060
IV.	39 000	35 100	43 600	45 060

Die Werte der Tabelle 3 logarithmisch

N. d. Schl.	1,69020	1,85126	1,69020	1,74819
I.	2,70757	2,62325	2,64345	2,67210
II.	3,37840	3,30963	3,27416	3,40140
III.	3,92778	3,95617	3,93651	4,22011
IV.	4,59106	4,54531	4,63949	4,65896

### Besprechung der Ergebnisse

Die Bewertung der Rassen und Hybriden der Seidenschmetterlinge geschieht im allgemeinen nach zwei Gesichtspunkten. Der eine Gesichtspunkt trägt biologischen und ökologischen Charakter (z. B. Grenzen der Widerstandsfähigkeit und Bedürfnisse, Züchtungsdauer, Eierzahl, Widerstandsfähigkeit gegenüber Krankheiten usw.), der andere wieder hat die textilmechanischen Eigenschaften (z. B. Seiden- und Serizin-gehalt, Abwicklungsfähigkeit, Fadenzlänge, Dehnbarkeit, Reißfestigkeit usw.) zum Gegenstand der Bewertung.

Vergleichen wir nun die einzelnen, von uns untersuchten Versuchsgruppen mit einander, so finden wir, daß die Varo und Italienische Rassen trotz der Verschiedenheit der einzelnen Kennzeichen und Eigenschaften einander nahe stehen, sich jedoch von den, einander gleichfalls nahestehenden Chinesischen Rasse und Hybriden unterscheiden. Diese Feststellungen werden auch durch unsere, an den in Diapause und im Stadium der embryonalen Entwicklung stehenden Eiern vorgenommenen Untersuchungen bekräftigt (LUKACSOVIC und GUBICZA 1960). Die Varo und Italienische Rasse sind »minderwertigere« die Chinesische und Hybride »bessere«, wertvollere Tiere (SEBESTYÉN E., FRIEDRICH G. und GUBICZA A. 1957, sowie GUBICZA A. 1959).

Bei unseren, an in Entwicklung stehenden Larven vorgenommenen Untersuchungen zeigen sich die Unterschiede nicht mehr so scharf. Im Sauerstoffverbrauch der Larven der II. Häutung fanden wir keine wesentlichen Unterschiede (Tabelle 2), bei den Raupen der I. Häutung gab es sogar zwischen Varo und Italienische statistische Unterschiede, obgleich diese beiden ansonsten bezüglich aller ihrer Eigenschaften einander nahe stehen. Wie



bereits erwähnt, sind vom biologischen und textilmechanischem Gesichtspunkte aus die Gegensatzpaare die folgenden:

Varo und Hybride  
Varo und Chinesische  
Italienische und Chinesische bzw. die  
Italienische und Hybriden Rassen.

Es lohnt sich, die nachfolgende Zusammenstellung zu betrachten, in welcher wir zeigen, in wie viel Fällen der zwischen beiden Rassen gemessene Sauerstoffverbrauchs-Unterschied statistisch nachgewiesen werden kann:

Zwischen Italienische und Hybriden	in 4 Fällen	(Nach Schlüpf. I., III., IV. Hg.)
Zwischen Italienische und Chinesische	in 3 Fällen	(N. Schl. I. und IV.)
Zwischen Varo und Hybriden	in 2 Fällen	(III. u. IV. Häutung)
Zwischen Chinesische und Hybriden	in 2 Fällen	(III. u. IV. Häutung)
Zwischen Varo und Chinesische	in 1 Fall	(IV. Häutung)
Zwischen Varo und Italienische	in 1 Fall	(I. Häutung)

Hienach zeigen sich am häufigsten Unterschiede zwischen den Raupen der Italienischen und Hybride, sodann den Italienischen und Chinesischen Rassen.

Untersuchen wir diese unsere Rassen vom Gesichtspunkt der Entwicklung, so sehen wir, daß die biologischen Eigenschaften am meisten bei der IV. Häutung, also im letzten Stadium des Larvenalters von einander abweichen. In diesem Stadium finden sich bloß bei Varo und Italienische keine signifikanten Unterschiede.

Bei der Untersuchung des Sauerstoffverbrauches der in der Embryonalentwicklung und in der Diapause stehenden Eier haben wir ähnliche Ergebnisse erhalten: die Rassenunterschiede sind in der letzten Phase (vor dem Schlüpfen) der Embryonalentwicklung am größten.

Einen scheinbaren Gegensatz finden wir, wenn wir den auf 1 g Lebendgewicht bezogenen Sauerstoffverbrauch mit dem nach Stückzahl bewerteten Verbrauch vergleichen (*Tabelle 1* und *3*). Hybride der IV. Häutung verbrauchen pro 1 g Lebendgewicht 383  $\mu$ l Sauerstoff, Chinesische verbraucht pro 1 g Lebendgewicht 465  $\mu$ l (*Tabelle 1*); dagegen verbrauchen 100 Stück Hybride 45 060  $\mu$ l und die Chinesische 43 000  $\mu$ l (*Tabelle 3*). Demnach zeigt sich die Atmung der Chinesische — auf 1 g bezogen — lebhafter, während nach Stückzahl jener der Hybride lebhafter ist. Die Erklärung hiefür liegt wohl darin, daß die Hybride ein Tier von größerem Volumen und schwerer ist (durchschnittlich 1,18 g), als die Chinesische (0,94 g).

Bei unseren Versuchen bezüglich der Atmung der Eier haben wir darauf hingewiesen, daß der Sauerstoffverbrauch der größeren Seidenhertrag liefernden Rassen und Hybriden auch größer ist. Bei der Untersuchung der Raupen haben wir dagegen keine derartigen Ergebnisse festgestellt. Wenn wir bei Betrachtung der *Abb. 1* die im Laufe der biologischen, textilmechanischem und der Eiuntersuchungen sich ergebende Wert-Reihenfolge (Hybride-Chinesische-Italienische-Varo) aus den Atmungsergebnissen der Raupen der IV. Häutung aufzustellen versuchen, erhalten wir folgendes Bild: Chinesische-Italienische-Varo und als letztes -Hybride. Diese Reihenfolge ergibt sich also, wenn

wir den Sauerstoffverbrauch auf 1 g Lebendgewicht beziehen. Nehmen wir dagegen den Verbrauch des ganzen Tieres (*Abb. 2*), so ergibt sich die im Laufe der biologischen, textilmehchanischen und Eiatmungs-Untersuchungen gebildete Reihenfolge, nämlich: Hybride-Chinesische-Varo und Italienische.\* Demnach ist die Theorie, daß die Intensität des Sauerstoffverbrauches der »besseren« Seiden'ertrag abgebenden Rasse größer ist, an zwei Bedingungen gebunden, und zwar:

1. wenn man diese Untersuchungen im letzten Raupenstadium (IV. Häutung) anstellt, in welchem sich die einzelnen biologischen Eigenschaften am besten differenzieren,

2. wenn man die Werte des Sauerstoffverbrauches auf das ganze Tier bezieht.

Zwischen dem auf 1 g Lebendgewicht bezogenen Sauerstoffverbrauch von gefütterten und hungernden Exemplaren haben wir im allgemeinen 2 Größenordnungen festgestellt (*Abb. 3*). Im Falle von Varo, Italienische und Chinesische Rassen haben wir einen größeren (297—429), im Falle der Hybride einen geringeren (bloß 20  $\mu$ l) Sauerstoffverbrauch-Unterschied gemessen. Der Verdauungs- und Absorptionsprozeß erhöht bei Varo die Verbrauchsmenge um 92%, bei Chinesische um 90% und bei Italienische um 55%. Bei Hybriden haben wir jedoch nur eine Erhöhung von 3% gemessen. Nach Stückzahl gemessen verbraucht ein gefüttertes Tier von Varo um 136%, Chinesische um 92%, Italienische um 78% und Hybride um 18,5% mehr, als ein hungerndes.

### Zusammenfassung

In unserer, im vorigen Jahre publizierten Abhandlung haben wir uns mit der Atmung von Eiern der verschiedenen Rassen und Hybriden von *Bombyx mori* L. beschäftigt. Beim Abschluß unserer Versuche haben wir festgestellt, daß die Eier der einen größeren Seiden'ertrag abgebenden Rassen und Hybriden mehr Sauerstoff verbrauchen.

In der vorliegenden Arbeit wollen wir über die Atmung der in verschiedenen Entwicklungsstadien befindlichen Raupen berichten. Unter den Raupen ist der Unterschied nicht derartig eindeutig, wie bei den in der embryonalen Entwicklung stehenden Eiern. Während vom biologischen, textilmehchanischen Gesichtspunkt aus die Reihenfolge sich folgend darstellt: Hybride-Chinesische-Italienische-Varo, kann diese Reihenfolge bei der Atmung der Larven nur dann bezüglich des verbrauchten Sauerstoffes aufgestellt werden, wenn

1. wir unsere Werte des Sauerstoffverbrauches aus dem letzten Raupenstadium (IV. Häutung) gewinnen, in welchem sich die biologischen Eigenschaften am deutlichsten differenzieren.

2. wenn wir den Sauerstoffverbrauch auf das ganze Tier und nicht auf die Gewichtseinheit beziehen.

Die Verdauungs- und Absorptionsprozesse erhöhen den Sauerstoffverbrauch gegen hungernden Raupen bei von Varo um 92%, bei Chinesische um 90%, bei Italienische um 55%, dagegen bei Hybriden bloß um 3%.

\*Wir deuten an, daß auch in diesem Falle sich die Reihenfolge Italienische und Varo änderte.

## LITERATUR

- DÉNES G. und SZÉKELY M. (1958): Manometriás mérőműszerek. — A kísérleti orvostudomány vizsgáló módszerei 4, *Budapest* — Akadémiai Kiadó 423—558.
- GUBICZA A. (1959): Adatok a hazánkban tenyésztett *Bombyx mori* L. rasszok és hibridek tulajdonságairól. — *Annal. Biol. Tihany* 26, 5—18.
- KREBS, H. A. (1928): Stoffwechsel der Zellen und Gewebe. — in T. PÉTERFI: Methodik der wiss. Biol. 2. *Berlin*, J. Springer.
- LUKACSOVICS F. und GUBICZA A. (1960): Über die Atmung der verschiedenen Rassen des Seidenspinners *Bombyx mori* L. I. Untersuchung der Atmung von Eiern. — *Annal. Biol. Tihany* 27, 29—40.
- PÁTAU, K. (1943): Zur statistischen Beurteilung von Messungsreihen (Eine neue t-Tafel). — *Biol. Zbl.* 63, 152—168.
- SEBESTYÉN E. (1957): A selyemhernyó tenyésztése. — *Budapest* — Mezőgazdasági Kiadó.

A *BOMBYX MORI* L. KÜLÖNBÖZŐ RASSZAINAK LÉLEGZÉSE  
II. LÁRVÁK LÉLEGZÉSÉNEK VIZSGÁLATA

*Lukacsovics Ferenc és Gubicza András*

Összefoglalás

A szerzők az elmúlt évben különböző *Bombyx* rasszok és hibridek embrionálódó és diapauzáló petéin végzett oxigénfogyasztási mérések eredményét közölték. Korrelációt találtak a selyemhozam és az oxigénfogyasztás intenzitása között. Megállapították, hogy a nagy selyemhozamú távol-keleti fajták és hibridek petéi több oxigént fogyasztanak, mint az Európában elterjedt kisebb selyemhozamú ún. Nostrana rasszok. A különböző fajták biológiai és textilmechanikai rangsorolása megegyezik az elfogyasztott  $O_2$ -mennyiség alapján végzett rangsorolással (LUKACSOVICS és GUBICZA 1960).

Jelen dolgozatban a Varo, Itáliai fehér, Kínai 4 fajta, valamint az Itáliai  $\times$  Kínai 4 hibrid (a továbbiakban: Hibrid) lárvák különböző fejlődési állapotában mért oxigénfogyasztásról számoltak be.

A hernyók légzését WARBURG módszerrel mérték\*, petéből frissen kibújt I., II., III., IV. vedlésben, valamint a gubószövés előtti példányokon. Az egyes fajták lélegzésének összehasonlítására különösen alkalmasnak mutatkozott a vedlés előtti, ún. „alvó” állapot, mert az állat mozdulatlan, béltraktusa üres, így sem emésztési, sem felszívódási folyamatok nem befolyásolták a mérési eredményeket. Más szempontból pedig biztosítva volt, hogy azonos életkorú hernyókat hasonlítsanak össze.

Előzetes kísérletként vizsgálták 14 órán át éheztetett és táplált állatok gázcseréjét is.

A Varo és Itáliai rasszok egymáshoz közel állanak, de különböznek az egymáshoz ugyancsak közelálló Kínai és Hibridtől. Biológiai és textilmechanikai szempontból a Varo és Itáliai „rosszabb”, a Kínai és Hibrid „jobb”, értékesebb állat. Az ellentétpárok ezek szerint

a Varo és Hibrid  
Itáliai és Kínai, illetve  
Varo és Kínai  
Itáliai és Hibrid voltak.

Mindezek ellenére valós különbségek voltak a Varo és Itáliai között az I. vedlésben, ugyanakkor a II. vedlésben egyik rassz között sem volt különbség (2. táblázat).

Érdeemes megnézni az alábbi kimutatást, amelyben a szerzők azt állították össze, hogy az egyes rasszok között mért  $O_2$ -fogyasztási különbség hány esetben igazolható statisztikailag:

Itáliai és Hibrid	között 4 esetben (Kelés után, I., III. és IV. vedlésben)
Itáliai és Kínai	között 3 esetben (Kelés után I. és IV. vedlésben)
Varo és Hibrid	között 2 esetben (III. és IV. vedlésben)
Kínai és Hibrid	között 2 esetben (III. és IV. vedlésben)
Varo és Kínai	között 1 esetben (IV. vedlésben)
Varo és Itáliai	között 1 esetben (I. vedlésben)

\* E célra megfelelő mérőedényt terveztek (ld. 1. tábla).

Ezek szerint az Itáliai és hibrid hernyók, majd az Itáliai és Kínai között mutatkozott legtöbbször eltérés.

Fejlődési állapot szempontjából vizsgálva a rasszokat, látható, hogy a IV. vedlés-kor, tehát a lárvastádium utolsó szakaszában differenciálódnak legjobban az élettani sajátságok. Ebből a szempontból az eredmények azonosak voltak a fejlődő peték légzés-vizsgálatának eredményével (LUKACSOVICS és GUBICZA 1960).

Az 1. táblázat, 2. ábra és 3. táblázat adatai szerint látszólagos ellentét áll fenn. A IV. vedlésű Hibrid 1 g élő súlya 383  $\mu$ l oxigént, a Kínai 465  $\mu$ l-t fogyaszt (1. táblázat), ugyanakkor 100 db Hibrid 45 060  $\mu$ l-t, a Kínai csak 43 000  $\mu$ l-t (3. táblázat). 1 g-ra vonatkoztatva tehát a Kínai, darabszámra vonatkoztatva pedig a Hibrid légzése élénkebb. Ezt a látszólagos ellentétet az magyarázza, hogy a Hibrid nagyobb testű, súlyosabb állat (átlagosan 1,18 g), mint a Kínai (0,94 g).

Biológiai és textilmechanikai szempontból az egyes rasszok érték-sorrendben a következőképp írhatók fel: Hibrid, Kínai, Itáliai, Varo. Az 1. ábra szerint az érték-sorrend: Kínai, Itáliai és Varo, s utolsó a Hibrid. Ha azonban nem az 1 g élő súlyra vonatkoztatott oxigénfogyasztás alapján, hanem az egész állatra számított fogyasztás alapján állították fel az érték-sorrendet, akkor a petélégzések, valamint a biológiai és textilmechanikai mutatószámok során kialakított sorrendet kapták (Hibrid, Kínai, Varo, Itáliai).

Az a teória tehát, hogy a „jobb” selyemhozamú rasszok  $O_2$ -fogyasztási intenzitása nagyobb, korlátolt érvényű és két feltételhez kötött:

1. A vizsgálatokat az utolsó hernyóstádiumban kell eszközölni, amikor az élettani sajátságok a legjobban differenciálódtak.

2. Az oxigénfogyasztási értékeket egész állatra és nem annak 1 g-jára kell vonatkoztatni.

Az emésztési és felszívódási folyamatok éheztetett hernyókkal szemben a Varo oxigénfogyasztását 92%-kal, Kínaiét 90%-kal, Itáliaiét 55%-kal emelte meg, ugyanakkor a Hibridnél csak 3%-os emelkedést okoztak (3. ábra).

Ф. Лукачович—А. Губица:

## ДЫХАНИЕ РАЗНЫХ РАС БОМБУХ MORI L. II. ИЗУЧЕНИЕ ДЫХАНИЯ ЧЕРВЕЙ

### Резюме

В прошлом году авторы сообщили о результатах измерений потребления кислорода у эмбриональных и диапаузирующих грен разных рас и гибридов. Найдена корреляция между шелконосностью и интенсивностью потребления кислорода. Установлено, что грен дальневосточных рас и гибридов с высокой шелконосностью потребляют больше кислорода, чем распространенные в Европе менее шелконосные т. н. расы «Нострана» Биологическая и тканево-механическая очередность различных рас совпадает с очередностью, установленной на основании количества потребленного  $O_2$  (Лукачович и Губица, 1960).

В настоящем труде сообщается о потреблении кислорода гусениц разной стадии развития рас «Варо» „Itáliai fehér” (Итальянский белый), „Kínai 4” (Китайский 4) и гибрида Итальянский  $\times$  Китайский 4 (в дальнейшем: Гибрид).

Дыхание шелковичных червей измерилось по методу Варбурга на свежес вылупившихся из грен, находящихся в I., II., III., IV.-ой линьке гусеницах, а также на экземплярах еще до коконизации. Чрезвычайно пригодным к сравнению дыхания разных рас оказалось т. н. «спящее» состояние (до линьки), т. к. в это время гусеница неподвижна, ее кишечный тракт еще пуст и поэтому процессы пищеварения и всасывания не мешают результатам измерений. Кроме того, метод позволяет сравнить шелковичных червей того же возраста.

В предварительных опытах изучался газовый обмен держанных впроголодь (14 часов) и упитанных гусениц.

Расы «Варо» и «Итальянский» близки друг к другу, но различаются от расы «Китайский» и от Гибрида (тоже близких друг к другу). С биологической и тканево-механической

точки зрения «Варо» и «Итальянский» считаются «менее», «Китайский» и Гибрид же — «более» ценными. Таким образом, противоположными парами оказались:

«Варо»	— Гибрид
«Итальянский»	— «Китайский»
	и
«Варо»	— «Китайский»
«Итальянский»	— Гибрид.

Тем не менее, достоверные различия обнаружены между расами «Варо» и «Итальянский» в I-ой линьке; во II-ой же линьке никакой разницы между расами не наблюдалось (табл. 2.).

В нижеследующей сводке приведено, сколько раз обнаруживалась статистически достоверная разница потребления  $O_2$  у отдельных рас:

«Итальянский» — Гибрид	в 4 случаях (после вылупления; I-, III-, IV-ая линька)
«Итальянский» — «Китайский»	в 3 случаях (после вылупления; I-, IV-ая линька)
«Варо» — Гибрид	в 2 случаях (III-, IV-ая линька)
«Китайский» — Гибрид	в 2 случаях (III-, IV-ая линька)
«Варо» — «Китайский»	в 1 случае (IV-ая линька)
«Варо» — «Итальянский»	в 1 случае (I-ая линька)

Видно, что различия наблюдались чаще всего между гусеницами «Итальянский» — Гибрид и «Итальянский» — «Китайский».

При изучении стадии развития отдельных рас видно, что биологические особенности дифференцируются лучше всего во время IV-ой линьки, т. е. в последнюю фазу стадии червей. С этой точки зрения результаты совпадали с данными испытания дыхания грен, находящихся в состоянии развития (Лукачович и Губица, 1960).

Между данными табл. 1, рис. 2 и табл. 3 существует кажущаяся разница. 1 г. живого веса Гибрида IV-ой линьки потребляет 383 микрол., «Китайский» же — 465 микрол. кислорода (табл. 1); в то же время 100 Гбридов потребляют 45,060 микрол., «Китайский» же — лишь 43,000 микрол. (табл. 3). Следовательно, в переводе на 1 г, дыхание «Китайский», а в переводе на число гусениц, дыхание Гибрида более оживленно. Эта кажущаяся разница объясняется тем, что Гибрид имеет больший размер и вес (в среднем 1,18 г) чем раса «Китайский» (0,94 г).

С биологической и тканево-механической точки зрения получается следующая очередь ценности рас: Гибрид, «Китайский», «Итальянский», «Варо». По данным рис. 1 же мы видим такую очередь ценности: «Китайский», «Итальянский», «Варо» и Гибрид (последний!). Однако, на основании потребления кислорода целого червя (и не 1 г живого веса) получается первая очередь, составленная по биологическим и тканево-механическим показателям, т. е.: Гибрид, «Китайский», «Варо», «Итальянский».

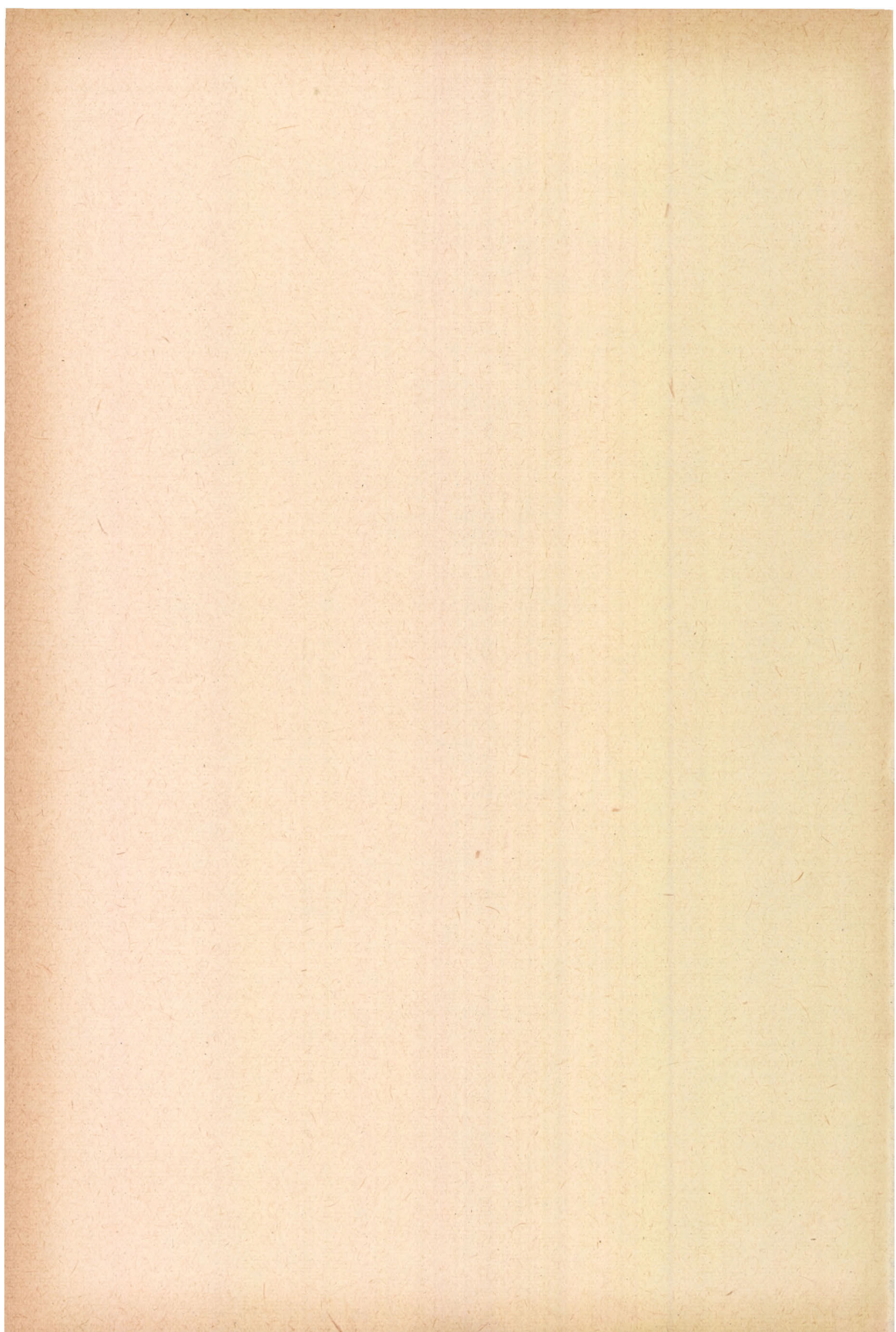
Из вышеизложенного вытекает, что теория, согласно которой расы с «лучшей» шелконосностью потребляют больше  $O_2$ , не во всех случаях действительна, т. к. она зависит от двух условий, а именно:

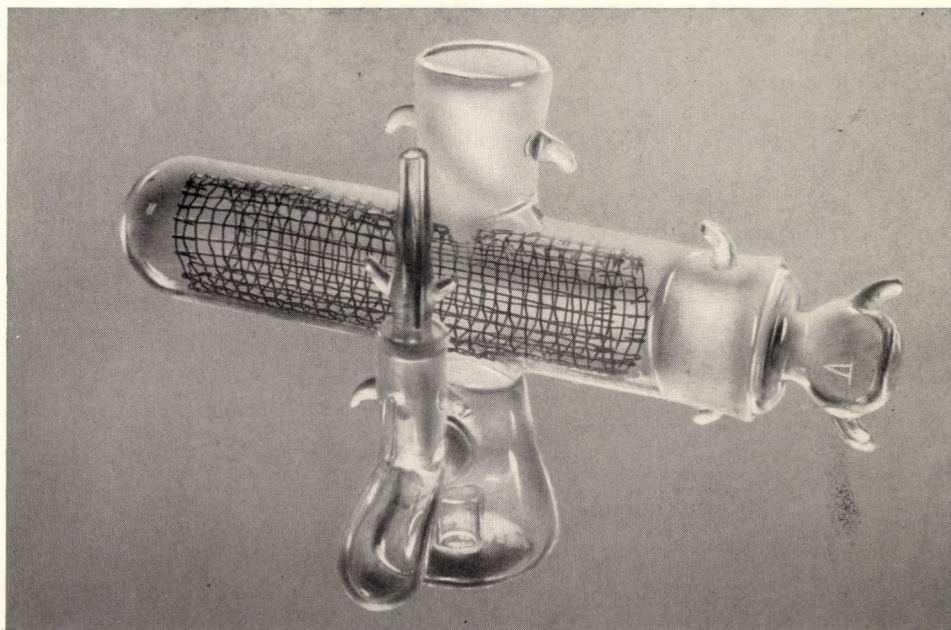
1. Исследования следует проводить во время последней гусеничной стадии, когда биологические признаки дифференцировались лучше всего.

2. Величины потребления кислорода надо относить к всей гусенице, а не к 1 г ее.

По сравнению с держанным впроголодь гусеницами, процессы пищеварения и всасывания повышали потребления кислорода следующим образом:

«Варо»	на 92%,	
«Китайский»	на 90%,	
«Итальянский»	на 55%,	
Гибрид — лишь	на 3%.	(3, рис.)





*Taf. 1. — 1. tábla*

Das bei der Untersuchung der Atmung der Larven benützte Atmungsgefäß. (Modification des WARBURG-Gefäßes.) Während der Messung befindet sich das Tier in dem horizontalen, mit Glasstöpsel versehenen Rohr. Das auf der Aufnahme sichtbare Drahtgeflechts-Zylinder verhindert das Tier in das untere Teil des Gefäßes zu gelangen. M 1:1,3.

A lárvalégzés vizsgálatoknál alkalmazott mérőedény, mely a WARBURG-féle edény módosítása. Az állat mérés alatt a vízszintes fekvésű üvegdugós hengerben van. A képen látható dróthenger akadályozza meg az állatot, hogy lemászhatson az edény alsó részébe.





**STUDIES ON THE LIGHT- AND DARK-ADAPTATION  
OF THE COLOUR OF THE CRAYFISH,  
*ASTACUS LEPTODACTYLUS* ESCHSCHOLZ (DECAPODA)  
CONTROLLED BY THE SECRETORY ACTIVITY OF THE  
CENTRAL NERVOUS SYSTEM**

ISTVÁN KONOK

Received: March 14th 1961

The colour-change of Crustaceans under the effect of light is a well-known phenomenon. However, the mechanism of the process responsible for the adaptation is still unclear in many respects (CARLISLE and KNOWLES 1959).

KOLLER and PERKINS (KOLLER 1928, PERKINS 1928) were the first to recognize, that hormone regulation playing a part in the motion of the chromatophore pigments of Crustaceans. Chromatophoretropic hormone extracted first from the eye-stalk, was found later in the supraesophageal ganglion (BROWN 1933, KNOWLES 1939) and the postesophageal commissure (BROWN and EDERSTROM 1940, BROWN 1946). In the course of investigations it became evident that the sinus-gland lying in the eye-stalk was not the producing, but the storing and secretory organ of chromatophoretropic hormones (KLEINHOLZ 1942). The assumption that not only one kind of chromatophoretropic hormone existed but several effective substances participated in the regulation of chromatophores, has proved to be right (BROWN 1935, CARLISLE and KNOWLES 1959).

A long series of investigations into the motion of the distal retinal pigment of the compound eye, have proved, among other facts, the existence of a light- (KLEINHOLZ 1936) and of a dark-adapting factor (FINGERMAN, LOWE and SUNDARARAJ 1959), which are responsible for the light- resp. the dark-adapted state of the distal retinal pigment (KLEINHOLZ and KNOWLES 1938, KNOWLES 1950, BROWN, HINES and FINGERMAN 1952, SANDEEN and BROWN 1952, FINGERMAN and AOTO 1958, FINGERMAN, SANDEEN and MOBBERLY 1960, FINGERMAN and MOBBERLY 1960).

From the results of these tests performed mainly on different sea Crustaceans, we may conclude that the chromatophore-control system shows marked differences between the groups of Crustaceans and even within these groups.

The purpose of our experiments has been to elucidate the significance of colour-change, especially in the case of *Astacus leptodactylus*, a fresh water crayfish, and to acquire a further knowledge as to the mechanism of adaptation, resp. to collect more data concerning the role of the neurosecretory activity of the central nervous system.

Our investigations were always completed by parallel histological tests, the discussion of which, however, would go beyond the scope of the present paper.

I wish to thank Mr. KÁROLY FENYVESI Technical Assistant for his valuable help.

### Material and methods

Specimens of the crayfish *Astacus leptodactylus* ESCHSCHOLZ collected from Lake Balaton were used for our investigations. This is the only species of Decapoda living in the lake and can be caught in relatively large amount by dradging and by hand from below the coastal stones.

The *Astacus* population of the lake is characterized by a much lighter colour than that of other specimens of the species living in other biotops. This phenomenon is due to the reduction of the number of chromatophores resp. of the quantity of pigments, caused by special environmental conditions. For, though the average depth of water of Lake Balaton does not exceed 3.5 m., yet owing to chemical and physical reasons, the turbidity of water is so great that the specimens not living in the coastal shallow water must be adapted to life in practically constant darkness. This adaptation explains the above-mentioned reduction phenomena, and leads to the result that the chromatophores of specimens living here are constantly in the dark-adapted physiological condition.

We tested about 340 adult specimens of 12–18 cm. average size. We tested both males and females, but paid due attention to this circumstance at the control experiments. We collected the animals in summer and autumn, using part of them immediately for testing, while the rest were kept in a through-flow type aquarium at a temperature of 10–15°C, until being used.

Since the strongly incrustated thick carapace of the animals does not allow an immediate in vivo observation of chromatophores, we elaborated an in vitro testing method which proved to be very efficient for testing different extracts on different chromatophores.

The densest pigmentation most suitable for observation can be found at the dorsal side of the carapace, on the plate above the heart and before the suture. From the opened and removed carapace, we cut out with scissors the parts shown in *Fig. 1*. We removed the ovary resp. the testes, the heart and the connective tissue located caudally of the suture of the carapace and took care not to injure the chromatophores of the cuticle. Of the parts of the carapace previously bathed in isotonic salt solution (1.2% NaCl), we cut out 2×2 mm. large disks, containing red, white and blue chromatophores resp. pigments in sufficient number. The sections proved to be good for testing for about 8 hours. Tests were carried out in embryo-dishes, in not more than 1.5 ml. of liquid, in such a way that we placed at least two sections cut out of dark- and light-adapted animals into each cup thus containing contracted and diffused chromatophores.

The elements of the nervous system which were to be tested for their chromatophore activity: the supraesophageal ganglion, the postesophageal commissure, the infraesophageal ganglion, the sinus gland, etc. were prepared under a binocular microscope. The organs were first homogenized by a POTTER-type glasshomogenizer in a 1.2% sodium chloride solution of 1.5 ml. final volume and then centrifuged. Total extracts of eye-stalks were made by the same method.

Extracts of the above-mentioned organs were made also in buthanol by the same process, and after centrifuging and warming the samples in a water-bath we distilled them in vacuo to the final volume of 0.05 ml. Then we soaked with the concentrated substance SCHLEICHER-SCHÜLL 2043/b

slips of paper, upon which we let it run for 5 hours at 300 V voltage, using for electrolyte 0.2 M sodium borate buffer (pH 9). We used for testing those parts of the electrophoretic strips which lay in a breadth of 10 cm from the point of application to the anode resp. the cathode, cutting them into small slips and eluating them in a 1.2% NaCl solution at 21°C for 2 hours.

For control we used the slips cut off from the ends of the strips. We made electrophoretic separations also on substances put directly on the paper strips.

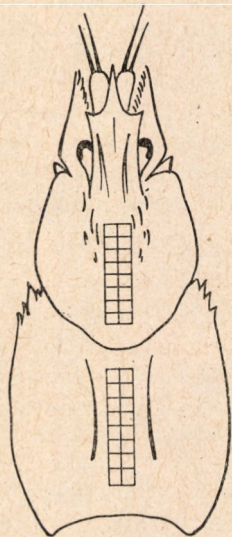


Fig. 1. Carapace of *Astacus leptodactylus*. The squares show the parts of carapace used for testing

1. ábra. *Astacus leptodactylus* carapaxa. A kis négyzetek a tesztelésre használt carapax részeket jelölik

When using the method of paper chromatography, we put the corresponding organs also on SCHLEICHER-SCHÜLL paper (KONOK 1960). Then we cut out of the chromatogram the spots showing UV-fluorescence, eluated and tested them by the above mentioned method.

We tested the electrophoretic strips in UV-light filtered for fluorescence and developed them with ninhydrin. Then we submitted the eluated and tested chromatophoretic substances to pepsin resp. trypsin digestion, incubating them for an hour at 38° C. After digestion (in case of pepsin with newly stabilised pH) we tested the extracts in question a second time with the necessary control.

Missing the possibility of objective means to evaluate the chromatophoretic effect, we proceeded as follows: we observed under a binocular microscope a certain group of chromatophores resp. pigments and repeated the observations every 10 minutes during the first three hours. We divided the state of movement of the pigments in chromatophores into 5 phases, in the percentage of the maximum diffusion, marking the maximum contraction with 0%. On the ordinates we charted this approximative percentage values and of the abscissae the intervals of observation (minutes).

In light-tests we put the animals by twos into glass dishes of  $14 \times 14 \times 25$  cm size. The temperature of water being  $21^{\circ}\text{C}$ , we aerated the basins strongly. Those basins into which we placed the animals to be exposed to light were placed on a white, reflecting basis and lighted by a glow-lamp. Measured under water, the animals received in the average a light quantity of 1000 lux. The other part of the basins was placed on a black basis and covered with a black-enameled metal box, which assured absolute absence of light.

We experimented also with animals, whose eye-stalks were extirpated or ligated. When carrying out the extirpation, we removed one or both eye-stalks by simple operation, without previous ligation, and then put the animals into cold water, in order to speed the coagulation of the haemolymph, and thus avoid the possibility of infection. The ligation of the eye-stalk was performed as follows: first the eye-stalks were made accessible by removing the rostrum, afterwards they were ligated with a strong thread at the segmental membrane, before the chitin plates, so that the circulation between the body and the eye-stalk was stopped, without injuring the nerves.

### Results

In the case of *Astacus leptodactylus* we find two types of characteristic chromatophores, red and white ones, furthermore blue pigment granules whose motion can also be observed. These blue pigments, when diffused, are spread in the form of a fine dispersion over a large area, while they do not contract in one spot, like in the chromatophores, but concentrate in a relatively small area which is to be found mostly within a larger group of red chromatophores. In general, the movements of the red and blue pigments are antagonistic, *i. e.* when the red ones are diffused, the blue ones are contracted and the reds cover the blue ones, whereas, at the contraction of the red pigments, the animal takes a blue colour.

The first step was to determine the normal position of the pigments in the light- and dark-adapted states. We exposed twenty animals to constant darkness and as many to constant light, and tested the position of the chromatophores after 72 hours. Then we interchanged the animals in the basins and examined the motion of the chromatophores during 96 hours from the moment of the interchange. The result was as follows: Under the effect of light, the red chromatophores diffused permanently, while the white ones diffusing at the beginning, after 24 hours gradually contracted to their maximum. The blue pigments contracted permanently. Under the effect of darkness, the red and white chromatophores contracted, while the blue ones diffused. According to these observations, light-adaptation means in the case of *Astacus leptodactylus*, the diffusion of red and the contraction of blue pigments as well as the diffusion of white pigments for 24 hours followed by gradual contraction. In the dark-adapted state the contraction of red and white pigments and the diffusion of blue ones can be observed. Consequently, the basic colour of the animals is determined by the distribution of red and blue pigments. This can be observed particularly well in freshly moulted specimens, where the difference of colour is very intensive, depending on, whether they were collected from the littoral area or from the open water.

In the course of our further experiments, we worked with 40 animals per group. In one of these experimental groups we ligated the eye-stalks after having kept the animals for 24 hours under constant circumstances, and thus exposed them to light resp. to darkness. We prepared the animals after 24 hours. No significant change was observed in the distribution of chromatophores resp. pigments, as compared with the controls.

We repeated the experiments with the difference that, when the eye-stalks were ligated, we interchanged the animals in the basins. After 24 hours, in the course of preparation, we found the distribution of pigments altered; the red pigments were diffused to a maximum in the animals exposed to light, while in the animals exposed to darkness the red pigments gradually contracted, and finally the state of normal adaptation was reached. The normal adaptation could also be observed in the white pigments, which diffused under the effect of light and gradually contracted when exposed to darkness. Similarly, the distribution of the blue pigments altered according to normal adaptation.

In the next series of experiments, after having adapted the animals to light resp. to darkness, we extirpated first one of the eye-stalks. After 24 hours, the examination of the chromatophores showed the expected result, and no alteration could be observed in the situation of pigments, as compared with the controls. Similarly, after the interchange of animals adaptation went on normally.

In another group of animals we extirpated both eye-stalks after adaptation. We prepared the animals 24 hours later and could observe that the red and white chromatophores were diffused to a maximum, on the animals kept in darkness as well as on those exposed to light, while blue pigments were contracted in both groups.

In our next series of investigations, we repeated the total extirpation of eye-stalks, but immediately afterwards we interchanged the animals in the basins. No important alteration was observable in the position of the pigments.

We tested *in vitro*, on the prepared parts of the carapace, whether light had a direct effect on the chromatophores. Even after 12 hours of exposure to light the position of the pigments did not alter.

Next we examined *in vitro* the chromatophorotropic activity of the total watery extract of certain organs as eyestalk, supraesophageal ganglion, postesophageal commissure and infraesophageal ganglion on different chromatophores. The watery extract prepared from 2 eye-stalks homogenized in 1.5 ml isotonic solution of salt, when deriving from animals kept in darkness, proved to have a marked contracting effect on red and white chromatophores, and at the same time a faint diffusing effect on blue chromatophores (*Fig. 2*). Extracts of eye-stalks from animals exposed to light showed a faintly contracting effect on red chromatophores and a very weak effect on white ones, not even a slight diffusing action was observable on blue pigments (*Fig. 3*).

The extract made of brains (1 brain in 1.5 ml isotonic solution of salt) proved to have about the same activity as eye-stalk extracts. The brain of the animals kept in darkness had a very strong contracting effect on red and white pigments and, at the same time, a weak diffusing effect on blue pigments (*Fig. 2*).

Brain extracts obtained from animals exposed to light have a weak activity on the red chromatophores, but a stronger one than eye-stalk extracts. They

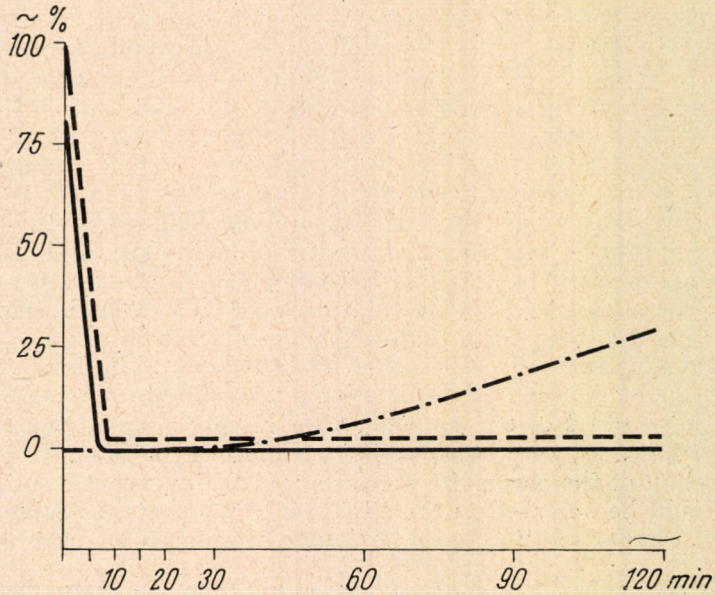


Fig. 2. Chromatophoretrop activity of eye-stalk and brain of dark-adapted animals.  
 — red pigments, --- white pigments, -.-. blue pigments  
 2. ábra. Sötétséghez adaptálódott állatok szemnyelének és agyának kromatoforotróp aktivitása — vörös pigmentek --- fehér pigmentek -.-. kék pigmentek

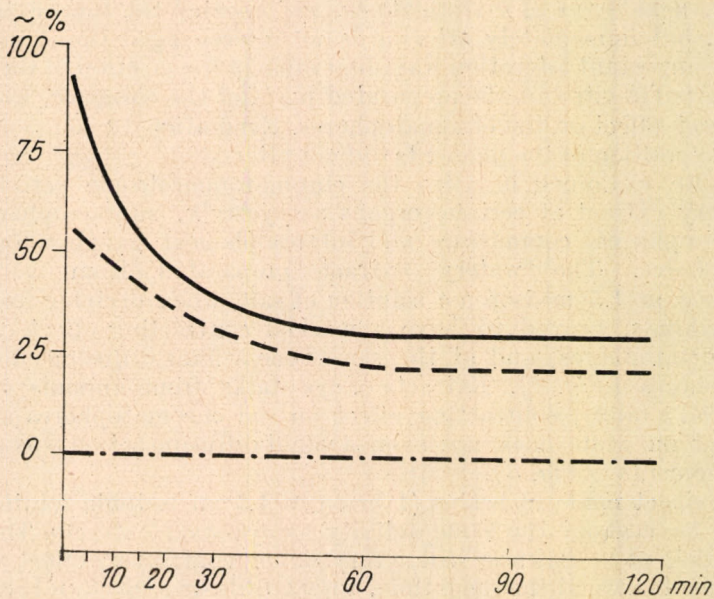


Fig. 3. Chromatophoretrop activity of the eye-stalk of light-adapted animals.  
 — red pigments, --- white pigments, -.-. blue pigments  
 3. ábra. Fényhez adaptálódott állatok szemnyelének kromatoforotróp aktivitása.  
 V. ö. 2. ábra.

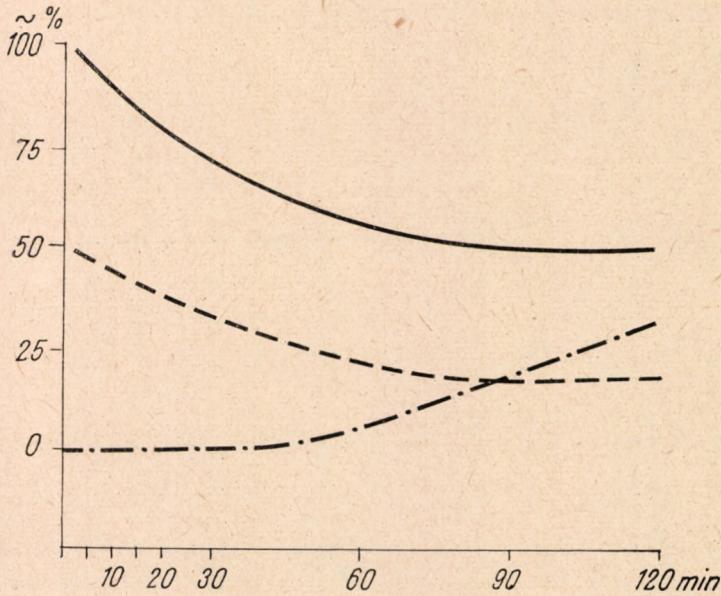


Fig. 4. Chromatophorotrop activity of the brain (supraesophageal ganglion) of light-adapted animals. — red pigments, --- white pigments, -.-. blue pigments  
 4. ábra. Fényhez adaptálódott állatok agyának (szupraözfageális ganglionjának) kromatoforotróp aktivitása. V. ö. 2. ábra.

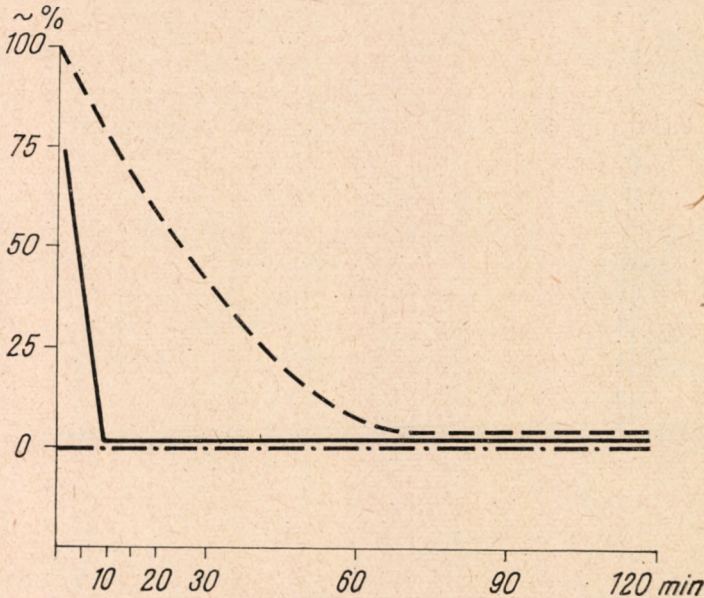
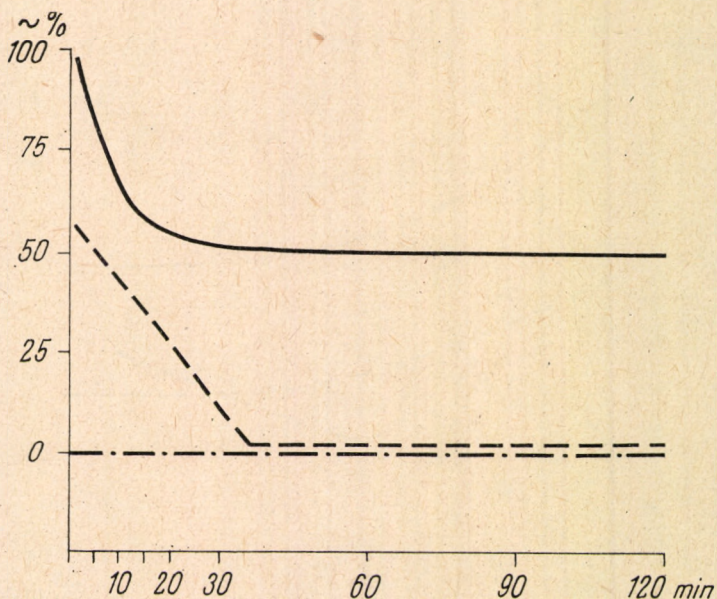
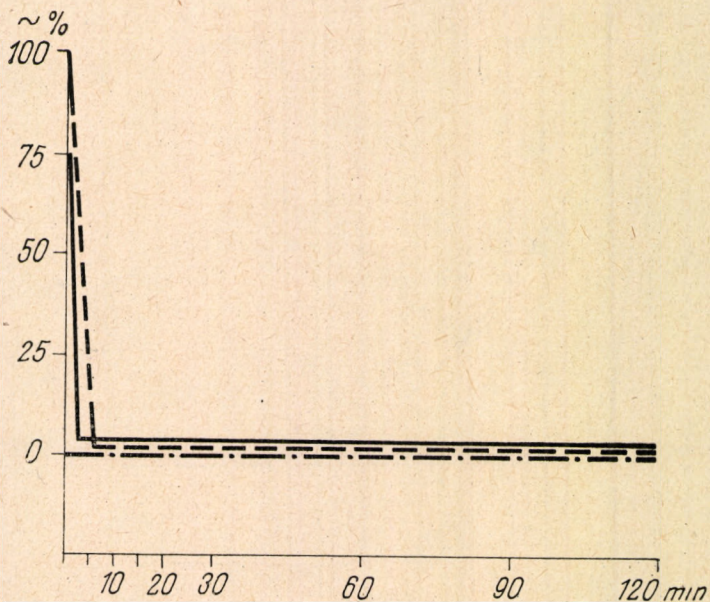


Fig. 5. Chromatophorotrop activity of the postesophageal commissure of dark-adapted animals. — red pigments, --- white pigments, -.-. blue pigments  
 5. ábra. Sötétséghez adaptálódott állatok posztözfageális kommisszúrájának kromatoforotróp aktivitása. V. ö. 2. ábra.



*Fig. 6.* Chromatophoretrop activity of the postesophageal commissure of light-adapted animals. — red pigments, --- white pigments, -.- blue pigments  
*6. ábra.* Fényhez adaptálódott állatok posztözofoageális kommisszúrájának kromatoforotróp aktivitása. V. ö. 2. ábra.



*Fig. 7.* Chromatophoretrop activity of the infraesophageal ganglion of dark-adapted animals. — red pigments, --- white pigments, -.- blue pigments  
*7. ábra.* Sötétséghez adaptálódott állatok infraözofoageális ganglionjának kromatoforotróp aktivitása. V. ö. 2. ábra.



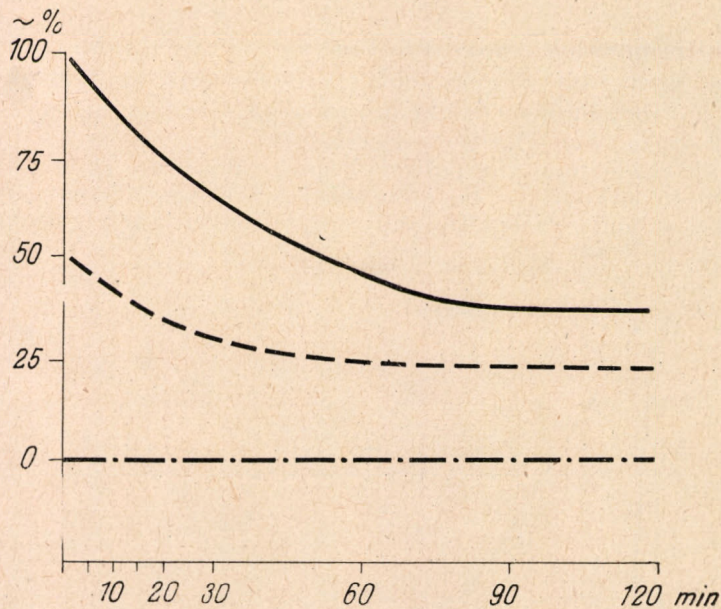


Fig. 8. Chromatophorotrop activity of the infraesophageal ganglion of light-adapted animals. — red pigments, --- white pigments, -.- blue pigments

8. ábra. Fényhez adaptálódott állatok infraözfageális ganglionjának kromatoforotróp aktivitása. V. ö. 2. ábra.

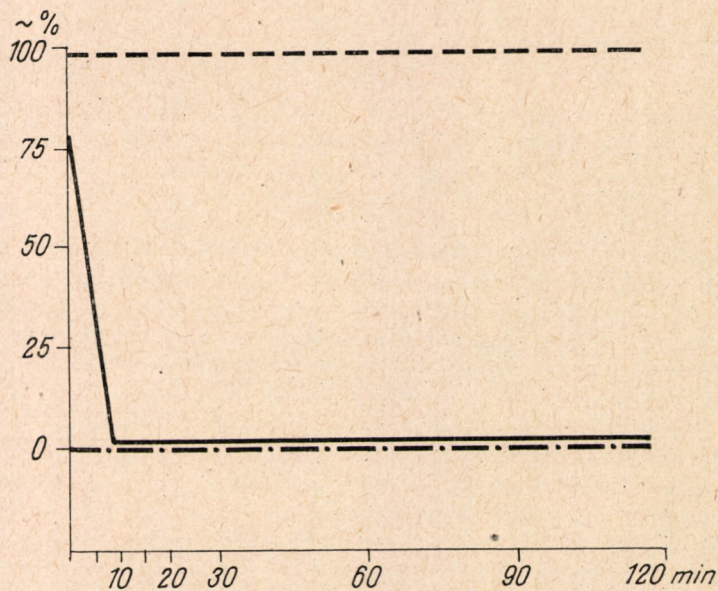
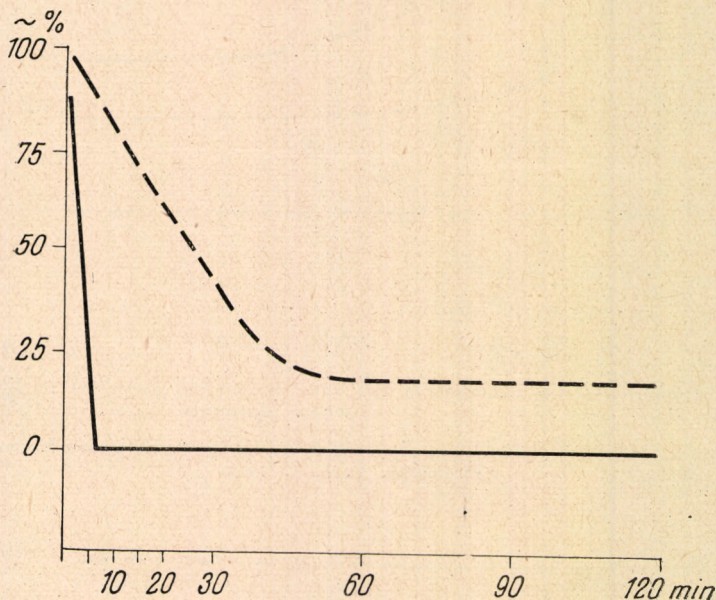


Fig. 9. Chromatophorotrop effect of isoxanthopterin isolated by means of paper-chromatography. — red pigments, --- white pigments, -.- blue pigments

9. ábra. Papirelektroforézis útján izolált izoxantopterin kromatoforotróp hatása. V. ö. 2. ábra

act very little on white chromatophores and faintly diffuse the blue ones. Their effect upon white chromatophores is as weak as that of eye-stalk extract, while they induce a slight diffusion of the blue pigments opposite to the eye-stalks (*Fig. 4*).

Extracts made from the postesophageal commissure (1 pc in 1.5 ml) of animals kept in darkness had the same effect as the eye-stalk extracts obtained from similar animals, except the diffusing effect on blue pigments (*Fig. 5*).



*Fig. 10.* Chromatophorotropic effect of RC-factor isolated from the eye-stalks of dark-adapted animals. — red pigments, --- white pigments

10. ábra. Sötétséghez adaptálódott állatok szemnyeléből izolált RC-faktor kromatoforotróp aktivitása. — vörös pigmentek, --- fehér pigmentek

The extracts obtained from animals exposed to light had a slight contracting activity on red, a strong one on white and none on blue pigments (*Fig. 6*).

Extracts prepared from the infraesophageal ganglion (1 pc in 1.5 ml) of animals adapted to darkness, acted as those described before, with the difference that they acted more strongly on white chromatophores than brain extracts (*Fig. 7*). The extracts obtained from animals exposed to light were faintly effective on both red and white chromatophores and ineffective on blue pigments (*Fig. 8*).

In the corresponding control tests no change was observable.

A summing up of our observations is given in *Table 1*.

From the fluorescent substances (KONOK 1960) which can be isolated by means of paper chromatography from the brain and the eye-stalks, we tested for their effect on chromatophores isoxanthopterin ( $R_f = 0.23$ ) and a substance of yellow-green fluorescence ( $R_f = 0.30$ ) both eluated in isotonic solution of salt. Of the two substances isoxanthopterin had a marked, strong effect on red chromatophores, but none on other pigments (*Fig. 9*). The substance of yellow-green fluorescence was ineffective on all chromatophores.

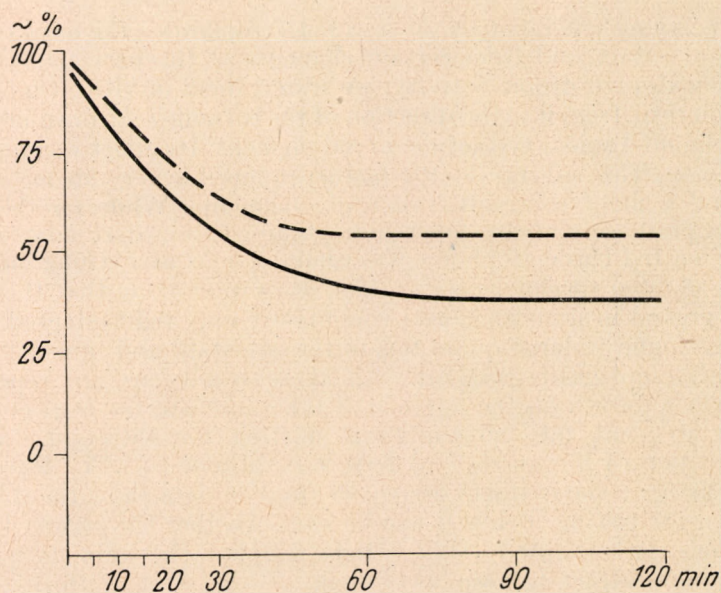


Fig. 11. Chromatophoretrop effect of RC'-factor, isolated from the supraesophageal ganglion of dark-adapted animals. — red pigments, --- white pigments

11. ábra. Sötétchez adaptálódott állatok supraözfageális ganglionjából izolált RC'-faktor kromatoforotróp hatása. — vörös pigmentek, --- fehér pigmentek

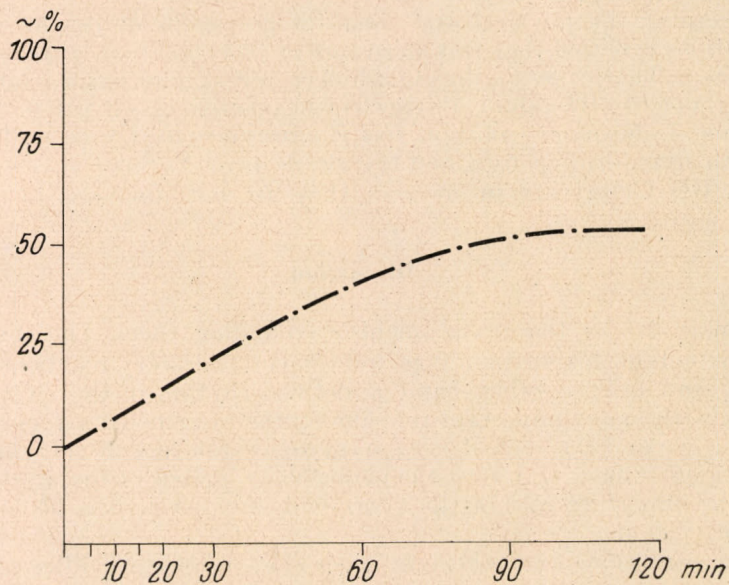


Fig. 12. Chromatophoretrop effect of BD-factor isolated from the supraesophageal ganglion of dark-adapted animals. -.-. blue pigments

12. ábra. Sötétséghez adaptálódott állatok supraözfageális ganglionjából izolált BD-faktor kromatoforotróp hatása. -.-.- kék pigmentek

After having separated by means of electrophoresis the extracts obtained from the eye-stalk and from certain elements of the nervous system which show chromatophoretropic activity, we tested them *in vitro*. On the point of application resp. from it in the direction of the cathode (-), in an area of about 3 cm, we found a substance acting on red pigment. Its effect was unambiguous in every case. This substance (RC factor) induced a very strong contraction of red, and a slight contraction of white pigments. While for the latter the effect was produced only by substances obtained from dark-adapted animals, the effect on red chromatophores was unambiguous and strong on both dark- and light-adapted specimens (*Fig. 10*). It is interesting that this RC-factor could be proved in postesophageal commissure only light-adapted animals.

It was found in large quantities in the eye-stalk and in a still larger one in the infraesophageal ganglion. All these conditions are represented in *Table 2*. The numbers on the left of the table indicate the respective parts of the paper strip cut into slips of 1 cm, starting from the point of application in the direction of the anode (+) resp. the cathode (-). The top data show, from which organ the extracts derive, the middle data show the different pigments used for testing. Below it can be seen, whether the organs in question derive from dark-adapted (D), or light-adapted (L) animals. += weak, ++=strong contracting, resp. -= weak, -- = strong diffusing effect.

As the table indicates, the weak blue diffusing substance (BD factor) observed in direct watery extracts, could also be seen from the electrophoretic strips, in the direction of the anode (+), 2-7 cm distant from the point of application (*Fig. 11*). In the same area an electronegative substance with contracting effect on red and white pigments (RC' factor) was observable on the paper strips (*Fig. 12*).

Concerning the physical and chemical properties of the RC factor our investigations revealed that this substance is well soluble in water and butanol, resists to heat of 80°C during a longer period, and has a relatively high molecular weight (Rf value). Its isoelectric point is about pH 9. Neither its watery nor its butanol solution has fluorescence in UV-light. It does not react with ninyhydrin, pepsin and trypsin destroy it. Since investigations on RC' and BD factors are in progress, they are not discussed in this paper.

### Discussion

Animals live in the environment surrounding them. The standard and varying actions of this surroundings induce compensatory reactions in animal organism and on the other hand a defined rhythm in the vital processes. Light plays the most important role among the exogenous factors of surroundings. The eye and the central nervous system establish contact with the light as exogenous milieu and with the endogenous milieu of the animal. In this process the important role of the neuro-endocrine system is becoming more and more evident.

Light conditions and especially their changes produce different reactions in the organism, as for instance, in many animals colour-adaptations of various degrees according to the changes in light-conditions. The importance and the mechanism of colour-adaptation in *Astacus leptodactylus* is not quite clear as yet. Most probably, chromatophores and colour-adaptation play a part during

Table 1

1	control						eye-stalk						supraesophageal ganglion						postesophageal commissure						infraesophageal ganglion									
	red		white		blue		red		white		blue		red		white		blue		red		white		blue		red		white		blue					
	D	L	D	L	D	L	D	L	D	L	D	L	D	L	D	L	D	L	D	L	D	L	D	L	D	L	D	L	D	L	D	L		
4							+	+	+	+	-				+	+	+	+	-	-	+	+	+	+					+	+	+	+		
							+		+				+		+						+	+	+	+			+	+	+	+				
							+		+				+		+						+	+	+	+			+	+	+	+				

1. Organ of which the extract is deriving from (control: 1.2% solution of sodium chloride)
2. Pigments
3. D = dark-adapted, L = light-adapted animals
4. + = weak contracting effect  
 ++ = mean contracting effect  
 +++ = strong contracting effect  
 - = weak diffusing effect

Table 2

	eye-stalk						supraesophageal ganglion						postesophageal commissure						infraesophageal ganglion											
	red		white		blue		red		white		blue		red		white		blue		red		white		blue							
	D	L	D	L	D	L	D	L	D	L	D	L	D	L	D	L	D	L	D	L	D	L	D	L						
+8																														
+7																														
+6																														
+5																														
+4																														
+3																														
+2																														
+1																														
START																														
-1																														
-2																														
-3																														

Explanation in the text

the period of moulting, when the shell, an effective light-filter, is missing. Chromatophores resp. pigments are located in greatest quantity above the presumably most sensitive parts, like the heart, the brain or the sinus gland in the eye-stalk. These facts suggest that it is more likely that chromatophores offer protection against light than that they help the organism to adapt to the surroundings. This assumption is supported to a certain extent by the characteristic phenomenon of pigment reduction already mentioned.

Parallel experiments on *Astacus astacus* not living in Lake Balaton but only in the rivers discharging into it, raise interesting problems. The light-conditions of this biotope are quite different from those of *Astacus leptodactylus*. This is manifested also in the difference of the chromatophore-activating system so much so that in *A. astacus* the basic position and the motion of pigments is almost opposite to those in *A. leptodactylus*. This interesting divergency undoubtedly refers to the fact that, in relation to the chromatophore-control system not only the quantity but also the quality of light plays a part. This may be concluded from the fact that, in specimens of *A. leptodactylus* living at the bottom of Lake Balaton, *i. e.* in dark-adapted animals, blue colour dominates, whereas, in the shallow littoral zone, *i. e.* in case of light-adaptation, the red colour dominates. The light-conditions of the Balaton are special, at a depth of 3–3.5 m the intensity of light measured in summer is only about 350 lux (ENTZ 1961), and it is interesting that only yellow light reaches this depth in greater amount (FELFÖLDY 1958). This fact in itself may explain the blue colour.

Hence *Astacus leptodactylus* shows a definite colour-adaptation according to the variations in light-conditions. This adaptation is based on the different spatial distribution of the three types of pigments. In the dark-adapted state pigments are contracted in the red and white chromatophores, while the blue pigments are finally dispersed over a large area, thus the animal gets a blue basic colour. Upon the action of light, red and white pigments diffuse, blue ones contract; later also the white ones gradually contract, and the animals become red.

Naturally, the intensity of the basic colour may vary according to the more or less great reduction of the amount of pigments resp. of chromatophores. Specimens can be found, in which the amount of blue pigment is reduced to about 5–10% of the maximum blue pigmentation of crayfish living in Lake Balaton. The reduction of the amount of red pigments reaches 20–30% in the average, seldom 70–80%, and roughly the same holds true of white pigments. The reduction of the amount of red chromatophores may reach 50–60%, while that of the white ones reaches only 5–10%.

Our knowledge regarding the mechanism of the hormonal control system responsible for the pigment distribution of Crustaceans is rather incomplete and therefore we cannot have a clear conception of it. Most of the investigations were restricted to sea material, which offers greater variety and is more suitable for testing purposes. When considering the investigations of other authors and comparing their results with ours, a more or less marked difference can be shown in the conception of the chromatophore-activating system of different groups of Crustaceans. For, although red and white chromatophores occur in almost every group of Crustacean, they cannot be considered physiologically equivalent. The blue pigment of *Astacus* holds a special place from this point of view.

Although also in the case of *Astacus* we have to presume the presence of one or more antagonistic chromatophore-activating substances, in spite of the fact that, during our investigations we always considered the possibility of the covering over of antagonistic factors, in the central nervous system we could directly show only hormones of dark-adapting character. It is interesting to notice, that not only the direct total extracts of certain elements of the nervous system, but also the watery or alcoholic extracts derived from the same organs and separated by electrophoresis, contained such active substances, which could diffuse the pigments of the red or white chromatophores, or contract the blue pigments.

A lightly electropositive substance (RC factor) could always be found in the eye-stalk and in certain elements of the nervous system (except the post-esophageal commissure of animals kept in darkness). This factor has a strongly contracting effect on the pigments of red chromatophores, and acts in the same way but less strongly on the white ones, however, only when isolated from dark-adapted animals. The hormone had no effect on blue pigments. This factor may probably be brought into connection with the A' substance (CARLISLE and KNOWLES 1959) proved in the postcommissural organ of *Squilla* and *Leander* by KNOWLES.

It has been proved that the production of the RC factor goes on continually in certain elements of the nervous system. However, the fact that the amount of these substances increases in the dark-adapted state argues against the possibility of storage, on the other hand it proves the amount of the RC factor being increased during this period. This hormone is to be found chiefly in the eye-stalk and in the infraesophageal ganglion.

On the basis of the data referring to the chemical properties of the RC factor, we may assume that this hormone is a polypeptid of a rather high molecular weight, this being in accordance with the statements of other authors (CARLISLE and KNOWLES 1959).

Isoxanthopterin, a substance fluorescent in violet, isolated from the eye-stalks by means of paper chromatography (KONOK 1960), was acting somewhat similarly to the RC factor, having had a strongly contracting effect on pigments, but only on red ones. The RC factor did not show any UV-fluorescence on the electrophoretic strips, and so the problem remains unsolved, whether or not there is any relation between this hormone and isoxanthopterin.

We detected a less active substance, resembling the RC factor, moving towards the anode. This RC' factor of medium electronegativity was just as effective in the case of red as in that of white chromatophores. This substance was found in the postesophageal commissure of dark- and light-adapted specimens, further in the eye-stalk of light-adapted and in the supraesophageal ganglion of dark-adapted animals. In the infraesophageal ganglion of both groups it was found in a large amount.

We detected further a third chromatophore-active substance (BD factor) in the supra- and infraesophageal ganglion. It is of a medium electronegative character (pH 9). It was found in large amounts in the infraesophageal ganglion of light-adapted and in the brain of dark-adapted animals and it diffused strongly blue pigments.

It is apparent that all these substances induce pigment movements of dark-adapting character. There is no direct proof regarding a factor of light-adapting character which could be made responsible for the diffusion of red

and white pigments resp. for the contraction of blue pigments. Indirectly the presence of these hormones is proved partly by the fact that, light has no direct influence on chromatophores. A further proof is furnished by the result of those experiments which showed that, after the extirpation of both eye-stalks red and white pigments diffused permanently while the blue ones contracted. This fact can be explained most obviously by the deficiency of the dark-adapting factors, when the action of the antagonistic light-adapting factor or factors prevail.

The experiments of the extirpation and ligating of the eye-stalk and their variation prove naturally the well known neurohormonal storing role of the sinus-gland, but seem to prove at the same time that the secretion of effective substances into the haemolymph does not proceed through the sinus-gland only. These conclusions are supported by our histological investigations (KONOK 1961), and might prove the similar hypothesis of KNOWLES (CARLISLE and KNOWLES 1959).

### Summary

1. According to the variations of light-conditions, definite colour-adaptation can be observed in the crayfish *Astacus leptodactylus*.

2. The role of pigments, the importance of light-adaptation probably consists in constituting a suitable light filter layer, especially in relation to moulting.

3. It can be proved that not only the quantity but also the quality of light plays a role in colour-adaptation.

4. In connection with the quantitative and qualitative conditions of light, phenomena of pigment- and chromatophore reduction can be observed in various degrees on the population of *Astacus leptodactylus* living in Lake Balaton.

5. The distribution of the three types of pigments is such as to give to *Astacus leptodactylus* a blue basic colour in the case of dark-adaptation. The red and white pigments contract, the blue ones diffuse.

6. Due to the action of light, red and white pigments diffuse, blue ones contract. After 24 hours of constant exposure to light, white pigments gradually contract again. The basic colour of the light-adapted animal will be red.

7. In the case of *Astacus astacus*, the function of the chromatophores is approximately antagonistic, red chromatophores diffusing in the dark-adapted state and contracting on the action of light. The same holds true of blue pigments.

8. Light is not acting directly on the chromatophores resp. on the movement of pigments.

9. In the case of *Astacus leptodactylus* certain elements of the eye-stalk and of the nervous system show only an activity of dark-adapting character.

10. No antagonistic chromatophorotropic effect could be demonstrated in the postesophageal ganglion, the factor of dark-adapting character was to be found here too.

11. The sources of the dark-adapting factors are eye-stalks and the ganglia of the central nervous system, where they are produced continually.



12. The chromatophorotrop activity of certain organs is growing in dark-adapted state. Most of the hormones can be found in the eye-stalk and in the infraesophageal ganglion.

13. The dark-adapting chromatophorotrop hormone is not only excreted through the sinus gland, but also directly from every ganglion into the haemolymph.

14. By the means of electrophoretic separation, an electro-positive (pH 9) RC factor could be isolated from certain elements of nerves and from the eye-stalk, effecting strong contraction of the red, and a weaker one of the white pigments. This factor is probably identical with the A' substance shown by KNOWLES in the post-commissure organ of *Squilla* and *Leander*.

15. The RC factor is a heat-resisting substance well soluble in water and buthanol, presumably a polypeptid of a rather high molecular weight.

16. By electrophoresis another electro-negative (pH 9) RC' factor could be isolated from the eye-stalk and from elements of the nervous system, having a weakly contracting effect on both red and white pigments.

17. An electronegative BD factor (pH 9) could be isolated from the supra- and infraesophageal ganglia, diffusing strongly the blue pigments.

18. In connection with the investigations, a useful process for in vitro chromatophore-testing has been elaborated.

#### LITERATURE

- BROWN, F. A. JR. (1933): The controlling mechanism of chromatophores in Palaemonetes. — *Proc. nat. Acad. Sci., Wash.*, **19**, 327—329.
- BROWN, F. A. JR. (1935): Control of pigment migration within the chromatophores of Palaemonetes vulgaris. — *Jour. Exper. Zool.*, **71**, 1—14.
- BROWN, F. A. JR. (1946): Endocrine activity of the tritocerebral commissure of Crago (Crustacea). — *Anat. Rec.*, **94**, 405.
- BROWN, F. A. JR. and H. E. EDERSTROM (1940): Dual control of certain black chromatophores of Crago. — *Jour. Exper. Zool.*, **85**, 53—69.
- BROWN, F. A. JR., M. N. HINES and M. FINGERMAN (1952): Hormonal regulation of the distal retinal pigment of Palaemonetes. — *Biol. Bull.*, **102**, 212—225.
- CARLISLE, D. B. and F. G. W. KNOWLES (1959): Endocrine control in Crustaceans. — Cambridge University Press. — *Cambridge*, VII + 120.
- ENTZ, B. (1961): Personal communication.
- FELFÖLDY, L. and Zs. F. KALKÓ (1958): The rate of photosynthesis and underwater radiation in lake Balaton. Observations of summer 1957. — *Annal. Biol. Tihany*, **25**, 303—329. (In Hungarian with English summary)
- FINGERMAN, M. and T. AOTO (1958): Electrophoretic analysis of chromatophorotropins in the dwarf crayfish, *Cambarellus shufeldti*. — *Jour. Exper. Zool.*, **138**, 25—50.
- FINGERMAN, M., M. E. LOWE and B. I. SUNDARARAJ (1959): Dark-adapting and light-adapting hormones controlling the distal retinal pigment of the prawn Palaemonetes vulgaris. — *Biol. Bull.*, **116**, 30—36.
- FINGERMAN, M. and W. C. MOBBERLY, JR. (1960): Investigation of the hormones controlling the distal retinal pigment of the prawn Palaemonetes. — *Biol. Bull.*, **118**, 393—406.
- FINGERMAN, M., M. I. SANDEEN and W. C. MOBBERLY, JR. (1960): Hormonal regulation of the distal retinal pigment of Crustaceans with special reference to the shrimp *Crangon septemspinosus*. — *Physiol. Zool.*, **33**, 260—270.
- KLEINHOLZ, L. H. (1936): Crustacean eye-stalk hormone and retinal pigment migration. — *Biol. Bull.*, **70**, 159—184.
- KLEINHOLZ, L. H. (1942): Hormones in Crustacea. — *Biol. Rev.*, **17**, 91—119.
- KLEINHOLZ, L. H. and F. G. W. KNOWLES (1938): Studies in the pigmentary system of Crustacea. III. Light intensity and the position of the distal retinal pigment in *Leander adpersus*. — *Biol. Bull.*, **75**, 266—273.

- KNOWLES, F. G. W. (1939): The control of the white reflecting chromatophores in Crustacea. — *Publ. Staz. zool. Napoli*, **42**, 174—182.
- KNOWLES, F. G. W. (1950): The control of retinal pigment migration in *Leander serratus*. — *Biol. Bull.* **98**, 66—80.
- KOLLER, G. (1928): Versuche über die inkretorischen Vorgänge beim Garneelenfarbwechsel. — *Zeitschr. vergl. Physiol.*, **3**, 601.
- KONOK, I. (1960): Studies on the neurosecretory activity of the brain in the fresh water Crustacean, *Astacus leptodactylus* Eschscholz (Decapoda). — *Annal. Biol. Tihany*, **27**, 15—28.
- KONOK, I. (1961): In preparation.
- PERKINS, E. B. (1928): Color changes in Crustaceans, especially in Palaemonetes. — *Jour. Exper. Zool.*, **50**, 71—195.
- SANDEEN, M. I. and F. A. BROWN, JR. (1952): Responses of the distal retinal pigment of Palaemonetes to illumination. — *Physiol. Zool.*, **25**, 223—230.

VIZSGÁLATOK A KECSKERÁKON, *ASTACUS LEPTODACTYLUS* ESCHSCHOLZ (DECAPODA), A KÖZPONTI IDEGRENDSZER SZEKRÉCIÓS TEVÉKENYSÉGE ÁLTAL SZABÁLYOZOTT FÉNY- ÉS SÖTÉTSÉG-ADAPTÁCIÓVAL KAPCSOLATBAN

Konok István

Összefoglalás

A Balatonból fogott, mintegy 340 darab ivarérett kecskerákon végzett vizsgálatok és kísérletek eredményeképpen a következő megállapításokat tettük.

Az *Astacus leptodactylus* esetében három különböző színű pigment található, melyek közül a piros és a fehér típusos kromatofórokban helyezkedik el. A kromatofórok, illetve a pigmentek túlnyomó többségben a szív, az agy, a szemnyélben a szinuszmirigy stb. felett helyezkednek el. Az ezek felett az érzékeny szervek felett való koncentrációadás fényszűrő szerepükre utal, ami különösen a vedlések idején nyer jelentőséget, amikor az egyébként hatásos fényvédelmet biztosító vastag páncél hiányzik.

A változó fényviszonyoknak megfelelően a pigmentek mozgásán alapuló meghatározott színadaptáció figyelhető meg, mely az *Astacus leptodactylus* esetében olyan értelmű, hogy megvilágítás hatására a piros és fehér pigmentek szétterülnek (tartós megvilágítás alatt 24 óra múlva a fehérek fokozatosan ismét összehúzódnak), a kékek ellenben összehúzódnak. A sötétséghez való alkalmazkodásnál viszont éppen a fordított folyamat játszódik le, amikor is a piros és fehér pigmentek koncentráálódnak a kromatofórokban, a kékek pedig szétterülnek, miáltal az állat alapszíne kék lesz. Különösen jól látszik mindez a frissen vedlett állatoknál, amikor az állatok intenzív vörös vagy kék színűek.

A Balatonba ömlő folyóvizekben is élő *Astacus astacumon* végzett összehasonlító vizsgálataink azt mutatták, hogy a fényviszonyokkal összefüggő színadaptáció, illetve a pigmentek mozgása és elrendeződése ennek a fajnak az esetében éppen a fordítottja annak, amit az *A. leptodactylus* esetében megfigyeltünk. Ennek a ténynek, valamint a Balaton vizének zavarossága következtében, a tó fenekén 3—3,5 méter mélységben uralkodó speciális fényviszonyoknak ismeretében megállapítható, hogy nemcsak a fény mennyiségi, de minőségi viszonyai is lényeges szerepet játszanak a fényadaptációt illetően. Az elmondottakkal hozható szoros kapcsolatba az *Astacus leptodactylus* balatoni populációjánál tapasztalható különböző mértékű pigment- és kromatofór-szám redukció jelensége, mely az állatok szokásostól eltérő halvány színezettségében jut kifejezésre.

A fénynek nincsen közvetlen hatása a kromatofórokra, illetőleg a pigmentek mozgására. A színadaptációs folyamatokat a központi idegrendszerben termelődő neurohormonok szabályozzák.

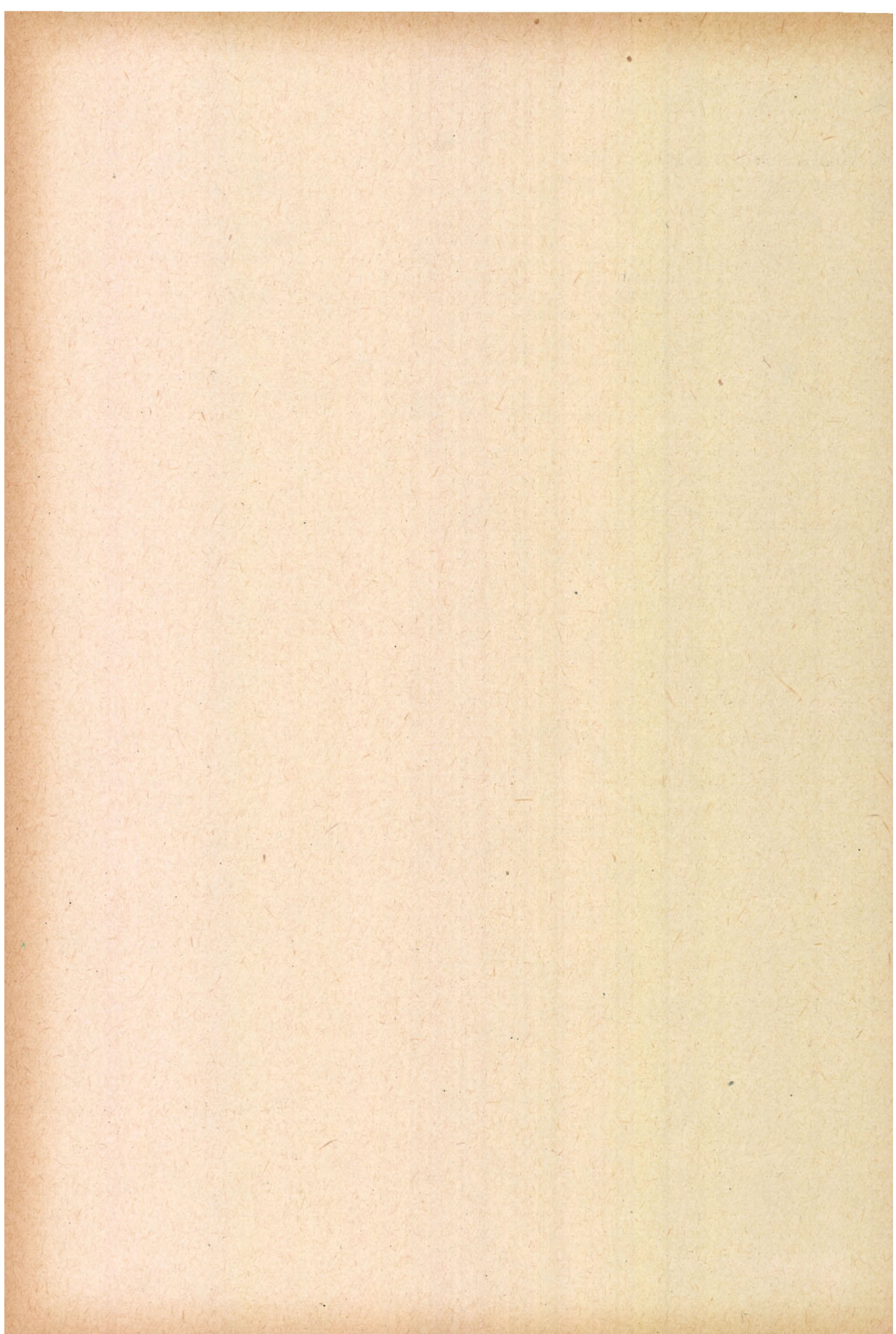
A szerző által kidolgozott in vitro kromatofór-teszt segítségével a szemnyélből, továbbá különböző idegrendszeri elemekből (supraoesophagealis- és infraoesophagealis ganglion, postoesophagealis commissura) nyert extraktumokban kromatoforotróp hatású hormonok voltak kimutathatók. Ezekből az extraktumokból papírkromatográfiai és elektroforézises módszerekkel háromféle hatóanyagot sikerült izolálni. A gyengén elektropozitív (pH 9) RC-faktor a piros pigmentekre erős, a fehérekre gyengébb összehúzó

hatást fejt ki. Ez a hormon egyébként valószínűleg azonosítható a KNOWLES által a *Squilla* és *Leander postcommissuralis* szervéből kimutatott A'-substance-szal. Az RC-faktor vízben, butanolban jól oldódik és termostabil vegyület. Feltehetően magasabb molekulásúlyú polypeptid.

Elektroforézis útján a szemnyélből és az említett idegrendszeri elemekből izolálható volt még egy hasonló hatású, elektronegatív (pH 9) RC<sup>2</sup>-faktor, mely gyenge összehúzó hatást fejt ki a piros és fehér pigmentekre egyaránt. A supra- és infraesophagealis ganglionból végül izolálható volt még egy harmadik hatóanyag is, egy elektronegatív (pH 9) BD-faktor, mely erős szétterítő hatást fejt ki a kék pigmentekre. A papírkromatográfiás úton izolált isoxanthopterin erős összehúzó hatást fejtett ki a piros kromatofórokra.

Jóllehet a fent említett, kimutatott hatóanyagok kivétel nélkül mind a sötétséghez való alkalmazkodás létrejöttében játszanak szerepet, szemnyél lekötéses és extirpációs kísérletekkel, indirekt úton igazolva látszik az antagonista hatású hormonok megléte is. Az *Astacus leptodactylus* esetében azonban ezekre a hatóanyagokra vonatkozólag, melyek a fényhez való adaptáció létrejöttéért felelősek, közelebbi ismereteink még nincsenek.

A kimutatott kromatoforotróp hatóanyagok termelése a központi idegrendszerben folyamatosan történik, de szükség esetén a termelés fokozódik. Ezek a hormonok, az eddigi ismeretekkel szemben, úgy látszik, nemcsak a szinusz-mirigyen keresztül, de valamennyi ganglionból közvetlenül választódnak el a hemolimfába. A legnagyobb kromatoforotróp aktivitás a szemnyélben és az infraesophagealis ganglionban volt kimutatható.



## ADATOK A BALATON FÉNYKLÍMÁJÁNAK ISMERETÉHEZ (A VÍZ ZAVAROSSÁGÁNAK OKAIRÓL ÉS KIHATÁSAÍRÓL)

ENTZ BÉLA és E. FILLINGER MARGIT

Érkezett: 1961 március 15.

A Balatonkutatás ma előtérben álló tisztázandó kérdései: a biológiai termelés, a vízszennyeződés és a feltöltődés megismerése a Balatonban. A tó elsődleges termelése és ezáltal a tavi táplálékhálózat alakulása közvetlen függvénye a behatoló fénynek. A fény megoszlását a sekélyvízű és széljárta Balatonban döntően befolyásolja a fenékről felkavarodó üledék minősége és mennyisége. Az üledék keletkezésében viszont döntő szerep jut a növényi asszimilációnak és így közvetve a fénynek (biogén mézskiválás), valamint az elpusztult állatok és növények maradványainak (detritusz) stb.

A széltől felkavart üledékrészecskék mozgásának és ülepedésének megismerésére legalkalmasabbnak a fényvizsgálatok látszanak, a tóvíz kifejezett optikai rétegzettségének következtében. Annak, hogy a tó egész területén a fenékre a víz sekélysege következtében mégis kellő mennyiségű fény jut, a tó balneológiai viszonyai szempontjából van nagy jelentősége. Külön lehet még megemlíteni a fény fontos biológiai szerepét a balatoni szervezetek pigmentáltóságának kialakításában, hormonhatások kiváltásában (KONOK 1961), a balatoni hínárosok elterjedésében, a zooplankton vertikális megoszlásában stb. stb.

Mindezekből önként adódik, hogy milyen sok szempontból döntő fontosságú a tó optikai viszonyainak tüzetes megismerése, aminek előmozdítása jelen tanulmányunkban ismertetett kutatásaink célja.

A Balatonkutatás több mint félévszázados múltja során a tóban többen végeztek optikai vizsgálatokat, melyek alapján ENTZ—SEBESTYÉN (1946) megállapítják a Balaton-víz nagyfokú optikai labilitását, vagyis azt, hogy rövid időn belül vagy aránylag kis távolságon belül a víz fényáteresztő képessége igen nagy mértékben változik. Azt is helyesen állapították meg, hogy a víz zavarosságának előidézésében a vízmozgásoknak (hullámzás), áramlásnak és a fenékről felkeveredő élettelen törmelékanyagoknak van döntő szerepük (CHANDLER 1942, ANDREWS 1948). Mindezek a vizsgálatok többnyire rövid időre szorítkoztak, melyek a tó optikai viszonyait még távolról sem tárták fel a szükséges mértékben (CHOLNOKY 1900, GÄRTNER 1929, LUDÁNY ÉS PÁTER 1929, MÜLLER 1929, ULLYOTT and KNIGHT 1938).

Újabban ENTZ (1949—50), majd FELFÖLDY és KALKÓ (1958) közöltek tanulmányt a vízalatti fényviszonyokról. FELFÖLDY és KALKÓ tanulmányukban a vízalatti fényméréssel kapcsolatos mértekegységeket ismertetik. 1957 júniusától októberig végeztek nagyszámú, a fény víz alatti spektrális összetételére is kiterjedő méréseket, és azokat a növényi asszimiláció szempontjára

ból értékelik. Ezek a vizsgálatok a nyári és koraőszi időszakokra vonatkoznak és a víz zavarosságának és a szélviszonyoknak a kapcsolatára nem terjednek ki (vö. ANDREWS 1948, CHANDLER 1942, DVIHALLY 1958, SAUBERER 1953).

Mi munkánk során — kapcsolódva az 1948—49-ben végzett vizsgálatokhoz (ENTZ 1949—50) — igyekeztünk összehasonlítani és értékelni a régebbi és új eredményeket a különböző módszerekkel végzett fénymérések alapján. Vizsgáltuk a szél hatására bekövetkező zavarosodási folyamatot a szél irányától és erősségétől függően, mélyvízben, sekély-vízben különböző mélységi szintekben a tó különböző területein, valamint az ülepedés menetét és okait. Évszakosan vizsgáltuk a víz átlátszósági viszonyait 1960 júniusától 1961 márciusáig. Részletesen tanulmányoztuk a befagyott Balaton fényviszonyait, majd a jégolvadás után bekövetkező optikai jelenségeket. Végeztünk napszakos vizsgálat-sorozatokat, melyekből a vízben elnyelődő fény mennyiségére, illetőleg a nyári és téli hónapokban a különböző vízmélységekbe jutó energia mennyiségére vontunk le következtetéseket. Összesen több mint 2500 mérési adatunk került feldolgozásra. Végül irodalmi adatok alapján összehasonlításokat végeztünk más tavak fényviszonyaival különös tekintettel a fényabszorbeió és a fényszóródás jelenségére.

## Módszerek

### 1. Mérések SECCHI-koronggal

Ez a közismert, egyszerű tájékoztató módszer nem ad pontos adatokat a víz optikai jellemzésére. Mégis igen hasznos, mert vele nappal a napállástól csaknem függetlenül gyorsan összehasonlítható adatokat nyerünk a víz zavarosságáról és a különböző gyűjtőhelyek közti lényeges eltérésekről. Viharos időben minimális értékeket (20—40 cm) kaptunk, csendes időben 80—130 cm-re nőttek a kapott SECCHI-értékek. Hosszas szélszél után 150—200 cm-es, télen jég alatt 200—350 cm-es SECCHI-értékeket is mértünk (ENTZ 1949—50, FELFÖLDY—KALKÓ 1958, VOLLENWEIDER 1956).

### 2. Fénymérés fotocellával

A víz alatti mérésekhez szelén fényelemet használtunk, melyet saját terveink alapján NÉMETH JÓZSEF intézeti mechanikus vízhatlan alumínium tokkal látott el. A mérésekhez 145 típusú Lux-mérőt használtunk. A víz feletti mérésekhez a mérőkhöz gyártott eredeti 50 000 Lux maximális fényintenzitásig használható szelén-cellát alkalmaztunk. A méréseknel a cellákat mindig vízszintes helyzetben tartottuk (SAUBERER—HÄRTEL 1959). Ha a mérhető maximális fényintenzitást akartuk megállapítani, a védőszűrővel ellátott szelén-cellát a napsugarakra merőlegesen, a Nap felé fordítottuk, felhős időben pedig a cella mozgatásával állapítottuk meg a mérhető maximális fényt. Amikor a fényintenzitás meghaladta az 50 000 Lux-ot, a védőszűrő három ablakát letakartuk, és egyenként mértük az egyes ablakok szabaddá tételével a fényt. A kapott részértékeket azután összegeztük. A fotocellával megmértük a vízfényt, vagyis a vízből visszaverődő fényt úgy, hogy a fotocellát a mérőfelülettel lefelé a víztükörré helyeztük. Ezután normális helyzetben, vagyis mérőfelülettel felfelé a cellát vízbe süllyesztettük. Így sorozatos méré-

seket végeztünk közvetlenül a vízszint alatt, majd 20, 50 cm mélységben és tovább a fenék felé 50 cm-ként (vö. FELFÖLDY—KALKÓ 1958).

A felszíni értékek gyakran bizonytalanok voltak (hullámváz, tükröződés stb., vö. FELFÖLDY—KALKÓ 1958). Ezekre, valamint az ún. „felszíni hatásra” való tekintettel (BERGER 1958, CHANDLER 1942) a kapott felszíni értékeket — különösen napsütésben — a 20 és 50 cm mélységben mért adatokkal, továbbá a transzmissziós koefficiens ( $T_k$ )\* értékeinek felhasználásával korrigáltuk. A fényelemmel kapott adatok kiválóan alkalmasak optikai állandók pontos kiszámítására. A víz jellemzésére több ilyen adatot számítottunk ki ( $d\%$ ,  $T_{kc}$ ,  $1/\beta_o$  — FELFÖLDY—KALKÓ nyomán — továbbá R, sp, ap, Ps, Pa, és k — WHITNEY nyomán 1938). Színszűrőkkel is végeztünk méréseket a FELFÖLDY—KALKÓ által leírt módon (1958, 312—313).

A fotocellás módszer igen használható terepvizsgálatoknál. Gyors, egyszerű, és összehasonlításra kitűnő, megbízható adatokat ad, különösen 50 cm-es és annál nagyobb vízmélységben. A felszíni és a közvetlen felszín alatti mérésekre az említett korrekciókkal szintén alkalmas. A leolvasott értékeket nem tekinthetjük abszolút Lux-értékeknek. Így a közölt Lux-értékek, noha nagyságrendileg pontosak és a fentemlített céloknak teljesen megfelelnek (vö. FELFÖLDY—KALKÓ 1958), csak különböző átszámításokkal és korrekciókkal használhatók fel abszolút értékek kiszámítására. Ez azonban általában nem volt célunk és így legtöbbször megelégedtünk a leolvasott értékekkel. Abszolút értékek kiszámítására — a fotocella kalibrációjával, külön számítások elvégzésével stb. — csak külön megjelölt esetekben törekedtünk (V. ö. SIEBECK 1960, STEINHAUSER 1939, WHITNEY 1938a).

### 3. Fénymérések Pulfrich-féle stufenfotométerrel

E méréseket GÄRTNER nyomán (1929) behozott vízmintákon, laboratóriumban végeztük (ENTZ 1949—50). E mérések hátránya, hogy megbízható értékeket — különösen erősen zavaros vízben — csak a gyújtést követő 1—2 órán belül kaphatunk, mert hosszabb idő alatt a szeszon olyan mértékű ülepedése következik be, amit csak a vízminta utólagos, erőteljes felrázásával lehetne ellensúlyozni. Ez viszont az eredmények igen erős, több nagyságrendet elérő torzításához vezethet, ami által azok teljesen használhatatlannokká válnak. Ez az oka GÄRTNER (1929) és ULLYOTT és KNIGHT (1938) adatai és értékelése közötti, különösen zavaros vízben mutatkozó nagyfokú eltéréseknek. *A vízminta nagyfokú megfelelő elővigyázattal történő kezelése és gyors feldolgozása, még igen zavaros vízben is megbízható, a fotocellás méréseknél is pontosabb adatokat nyújt a víz meghatározott mélységében valóban fennálló átlátszósági viszonyaira. Viszont annak megállapítására, hogy a Balatonban, különösen erősen zavaros vízben (viharban, vagy közvetlenül vihar után) 2—3 m mélységben milyen tényleges fényviszonyok uralkodnak, csak a terepen végzett fotocellás mérések megfelelőek. A tényleges fény ugyanis gyakran jóval erősebb a különböző vízmélységekben mint amennyi a zavarosság mértékéből várható. Ennek oka bizonyára a tóban felépő, gyakran igen nagyfokú fényszóródás. A fotocellás és stufenfotométer-*

\* Kétféle  $T_k$ -értéket számítottunk. Az elsőt a fotocellával mért adatokból számítottuk ki. Ennek a jelzése  $T_{kc}$ . A másodikat PULFRICH-féle stufenfotométerrel (stufóval) kapott adatokból nyertük. Erre a  $T_{ks}$  megjelölést használtuk.

mérések eredményei nem azonosak, s csak igen kevés lebegő anyagot tartalmazó vízben pl. jég alatti mérések esetében hasonlíthatók össze közvetlenül.

A vízben lebegő anyagok tényleges mennyiségének és minőségének meghatározására és további feldolgozására e laboratóriumi vizsgálatok bizonyultak a legmegfelelőbbeknek.

#### 4. Ülepítési kísérletek

A szeszton mennyiségi feldolgozása céljából 1–5 liter Balatonvízzel végeztünk ülepítési kísérleteket különböző zavarosságú vízzel. A víz letisztulása, vagyis a lebegő-részek leülepedése után (kb. egy hét elteltével) a vizet dekantáltuk, majd a leülepedett anyagot megszártuk, és súlyát szárítás után gondosan megmértük. A hosszas ülepítésre azért volt szükség, mert közvetlenül a mintavétel után a finom szeszton átszűrődik. Az ülepítéssel a lebegő anyag tömörülése következett be, és így az ülepítés után a szeszton gyakorlatilag teljes egészében leszűrhető volt. A kapott eredmények szerint igen zavaros vízben mintegy 50, a jégalatti letisztult vízben mintegy 0,5–1 mg/l lebegő anyag volt.

### Vizsgálati eredmények

*A Balaton vizének fényáteresztő képessége, 1960 júniusától 1961 márciusáig, különös tekintettel a szélviszonyokra (1–6. táblázat)*

Az 1960. évben a hűvös, szeles nyár folyamán a szél erőssége Tihanyban júliusban 12, augusztusban 7, szeptember első felében pedig 4 napon elérte vagy meghaladta a 7–10 m/sec sebességet (1. ábra). A szélvihar e napokon több órás, sőt néha (pl. július 23–29 között) több napos erős hullámzást okozott. A legerősebb szelet július 4-én mértük, amikor a viharos szél erőssége a 13 m/sec-ot is meghaladta. A teljesen csendes, szélmentes napok száma nyáron igen kevés volt, és ezek is jórészt a szeles napok közt, elszórta fordultak elő. Többnapos csendes idő csupán egyszer július 29–augusztus 1-e között fordult elő (2. ábra).

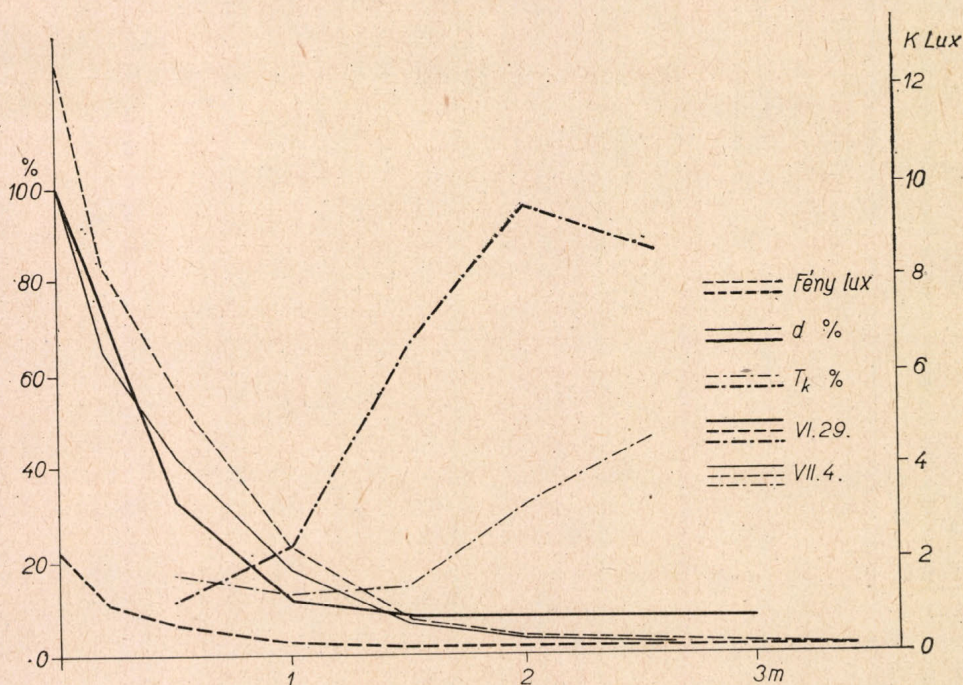
Ilyen körülmények között érthető, hogy nyáron a Balaton vize feltűnően zavaros volt, és csupán az utóbb említett néhány csendes nap alatt következett be jelentősebb tisztulás. Ezzel szemben december folyamán mindössze két ízben volt tartós, komoly vihar 11–12-én és 18-án, mely a tó vizét annak teljes felületén alaposan felkavarta. Ezután ismét igen hosszú, feltűnően csendes idő következett. Komoly szélvihar egészen március 15-ig mindössze három ízben volt, mindhárom akkor, amikor a tavat jégpáncél borította. Így ez idő alatt a fenéküledék jelentős mértékben egyetlen egyszer sem keveredett fel úgy, mint június 28 és szeptember 15 között 17 alkalommal! A szeles nyár és a hosszabb csendes periódusokból álló tél más években is gyakran jellemzői a balatoni klímának (vö. ENTZ 1949–50) (b. ábra).

A fényméréseket két időszakban végeztük. Az első június 27–szeptember 13-ig tartott (1–3. táblázat), a második pedig december 1–március 10-ig (4–6. táblázat). E sorozatokkal kívántuk megismerni a Balaton fényklímájának nyári és téli jellegzetességeit. Mindkét vizsgálati időszak több szakaszra osztható, melyek egy-egy jelentős időjárási esemény köré csoport-



tosíthatók. (Pl. a tó egész víztömegét megmozgató és a fenéküledéket felkavaró viharok; télen a jégpáncél kialakulása, illetőleg pusztulása; hótakaró keletkezése a tó jegén stb.)

Nyáron a vízi fényviszonyokat a fenéküledék szél- vagy áramlás okozta felkeveredése és a felvert üledék lassú ülepedése befolyásolja. A nyári mérés-



1. ábra. Fénymérések viharos időben. — Abszcissza: Vízmélység m-ben. Ordináta: Fényintenzitás d%-ban és kLux-okban (1000 Luxokban) kifejezve.

—— és ——— Fény kLux-okban  
 - - - - és - - - - d %  
 ····· és ····· T<sub>k</sub> %

Vastag vonalak: 1960. VI. 29; vékony vonalak: 1960. VII. 4.

d% = fény mennyisége adott mélységben a beeső fény %-ában.

T<sub>k</sub> = 1 m-es vízoszlop fényáteresztőképessége %-ban = transzmissziós koefficiens

Abb. 1. Lichtmessung bei stürmischem Wetter. Abszisse: Wassertiefe in Metern. Ordinate: Lichtintensität in d% und kLux (1000 Lux) ausgedrückt.

—— und ——— Licht in kLux  
 - - - - und - - - - d %  
 ····· und ····· T<sub>k</sub> %

Dicke Striche: 29. Juni 1960; dünne Striche: 4. Juli 1960; d% = Lichtmenge in gegebener Tiefen in % des einfallenden Lichtes. T<sub>k</sub> = Lichtdurchlässigkeit einer Wassersäule von 1 m in % = Transmissionskoeffizient.

sorozat első szakasza június 27—július 3-ig tartott, középpontjában a június 29-i hatalmas viharral (10—13 m/sec szélereőség). A következő szakasz az észlelt legerősebb vihar volt, mely július 4-én tombolt (13,3 m/sec, vagyis kb. 50 km/óra szélsébség) (1. ábra). Ezután kevésbé szeles idő következett, mely egészen 20-ig tartott. E kisebb szélerejű napokon az ülepedés

1. táblázat — Tabelle 1.

Fénymérések a Balaton vizében 1960. június 27—augusztus 3 között Tihanyban a Biológiai Intézet előtt  
300 m-re a parttól, nyílt vízben

Mérés ideje	Nap	Szél m/sec	m	Fény Lux	d°/o	T <sub>k</sub> cella	T <sub>k</sub> stufó	Vízfény	Secchi	Mélység	Gyűjtés helye Megjegyzés
VI. 27. 10 <sup>00</sup>	○	5,0SW	0	16 400	100	30,9			65	320	Június 24—27 között mérsékeltlen szeles napok voltak. <sup>o</sup> Víz hőmérséklet 24 C°.
			0,5	8 560	52,5						
			1	5 110	31,2	31,2					
			2	1 260	7,7	24,7					
			3	490	3,0	38,9					
VI. 29. 11 <sup>00</sup>	●	10—13N	0	2 280	100	55,1	1,25		40	320	Víz hőmérséklet 20 C°.
			0,5	740	32,5	(1,1)					
			1	260	11,4	11,4					
			2	170	7,5	65,4					
			3	150	6,6	88,2	0,9				
VI. 30. 12 <sup>00</sup>	●	2,4S	0	7 600	100	33,3			55	370	Víz hőmérséklet 19 C°.
			0,5	3 055	40,2						
			1	1 540	20,3	20,3					
			2	460	6,1	29,9					
			3	230	3,0	50,0					
VII. 4. 12 <sup>00</sup>	○	13,3NW	0	12 800	100	24,2	6,1	1710	40	340	Fokozódó vihar. Víz hőfok 18,5 C°.
			0,5	5 680	44,4	(4,9)					
			1	2 280	17,8	17,8					
			2	340	2,7	14,9					
			3	150	1,2	44,1	3,7				
VII. 11. 11 <sup>45</sup>	○	3,0W	0	13 850	100	26,3	11,7	1170		320	Július 12-én T <sub>ks</sub> = (20,2) Víz hőfok 22,9 C°.
			0,5	8 560	61,8	(8,7)					
			1	4 510	32,6	32,6					
			2	630	4,5	12,0					
			3	230	1,7	36,5	5,6				

VII. 14. 11 <sup>00</sup>	○	4—5 NW	0 0,5 1 2 3	11 125 3 720 1 080 290 170	100 33,4 9,7 2,6 1,5	31,5 (6,0) 9,7 26,9 58,6	6,4	710	40	320	Július 13-án erős vihar volt (7—8 m/sec szélesség). Víz hőfok 21,8 C°.
VII. 15. 11 <sup>30</sup>	○	1—1,6 SW	0 0,5 1 2 3	9 070 4 740 2 050 655 290	100 52,3 22,6 7,2 3,1	31,5 (17,7) 22,6 32,0 44,3	18,8	910	58	320	
VII. 16. 10 <sup>30</sup>	○	1,7 NW	0 0,5 1 2 3	10 800 5 200 3 200 1 490 680	100 48,1 29,6 13,8 6,3	41,7 (27,7) 29,6 46,6 45,6	28,8	1020	78	320	19-én $T_{ks} = (28,1)$ 20-án $T_{ks} = (51,8)$ 22-én $T_{ks} = (5,7)$ Víz hőfok 16-án 25 C°.
VII. 25. 10 <sup>00</sup>	●	8,8 NW	0 0,5 1 2 3	2 400 400 90 10	100 16,7 3,8 1,3	5,6 (2,0) 3,8 7,5	3,3	230	37	330	Eső. Víz hőfok 17 C°
VII. 26. 20 <sup>00</sup>	●	0	0 0,5 1 2 3 3,5	0		(3,9)	4,7 4,2 4,1 3,8 2,5 4,10 <sup>-4</sup>			370	A többnapos vihar délután elállt.
VII. 27. 15 <sup>30</sup>	●	1,5	0 0,5 1 2 3			(4,6)	6,3 4,9 4,4 4,1 3,3		50	320	Víz hőfok 18 C°.
VII. 28. 12 <sup>00</sup>	●	1,4	0 0,5 1 2 3	5 070 2 690 1 290 272 30	100 53,1 25,4 5,4 0,6	22,2 (7,6) 25,4 21,1 11,0	9,3	540	55	350	A több óra óta tükörsíma víz felszíne habos lesz a gyűjtő csónak nyomában. Víz hőfok 20 C°.

Mérés ideje	Nap	Szél m/sec	m	Fény Lux	d%	T <sub>k</sub> cella	T <sub>k</sub> stufó	Vízfény	Secchi	Mélység	Gyűjtés helye Megjegyzés
VII. 29. 12 <sup>00</sup>	○	4,5 W	0	13 000	100	17,2	10,0		50		
			0,5	5 200	40,0	(7,8)					
			1	1 740	13,4	8,2					
			2	370	2,8	46,3					
			3	45	0,3	30,0					
VII. 31. 11 <sup>00</sup>	○	0	0	15 500	100	41,0	31,6	1260	120		A napok óta csendes vízben Microcystis tömeges fellépte észlelhető. Víz hőfok 24 C°.
			0,5	11 500	74,2	(20,5)					
			1	6 600	42,6	42,6					
			2	2 910	18,8	44,1					
			3	1 110	7,2	38,1					
VII. 31. 16 <sup>00</sup>	○	0	0	6 000	100	40,9	41,2		105		
			0,5	4 000	66,7	(23,5)					
			1	2 690	42,6	42,6					
			2	1 140	19,0	42,4					
			3	400	6,7	35,1					
VIII. 1. 10 <sup>00</sup>	○	0	0	7 100	100	61,1	33,9	1540	100	340	A vízben úszó mákszemnyi, ill. lencse nagyságú Microcystis cso- mócskákkal a tihanyi mólótól a Kútig és Siófokig mindenfelé találkozunk. Víz hőfok 25,5 C°.
			0,5	6 320	89,0	(33,1)					
			1	5 800	81,7	81,7					
			2	3 540	49,9	61,0					
			3	1 320	18,6	37,3					
VIII. 2. 8 <sup>00</sup>	○	8,8 NW	0	5 200	100	1,7	0,7	680	35	320	
			0,5	680	24,3	(0,5)					
			1	90	1,7	1,7					
			2	12	0,02	0,4					
			3			0,001					
VIII. 2. 12 <sup>00</sup>	○	2,8 NW	0	12 000	100	13,7	2,9	3030	40	320	
			0,5	6 000	50	(2,4)					
			1	2 740	22,8	22,8					
			2	290	8,5	10,6					
			3	4	0,4	1 ?					
VIII. 3. 9 <sup>30</sup>	◐					(5,6)					

2. táblázat — Tabelle 2.

Horizontális fénymérések a Balatonon 1960. augusztus 4-én Tihanytól a Zalatorokig

Mérés ideje	Nap	Szél m/sec	m	Fény Lux	d%	T <sub>k</sub> cella	T <sub>k</sub> stufó	Vízfény	Secchi	Mélység	Gyűjtés helye Megjegyzés
VIII. 4. 8 <sup>40</sup>	○	2 S	0	9 260	100		4,6	1 830	38	400	Balatonföldvár és Örvényes között tóközép. (Szemes—Zánka 5,6) (Edericsi-öböl 9,7) (Keszthelyi-öböl 9,2)
			0,5	5 440	58,7	(4,6)					
			1	2 170	23,4	23,4	6,3				
			2	230	2,5	10,6	5,4				
			3	30	0,3	6,6	2,2				
VIII. 4. 11 <sup>30</sup>	○	3,3 S	0	8 880	100	7,2	2,85	1 370	40	225	Ábrahámhegyi strand előtt.
			0,5	2 100	24,1	(2,55)					
			1	740	8,3	8,3	2,3				
			2	30	0,3	4,1	0,5				
			3	0							
VIII. 4. 12 <sup>00</sup>	○	3 S	0	9 840	100		6,3	800	42	330	Ábrahámhegy és Szabadság-telep között tóközép.
			0,5	3 310	33,6	(5,2)					
			1	1 290	13,1	13,1					
			2	135	1,4	10,5	5,8				
			3	0			3,5				
VIII. 4. 12 <sup>30</sup>	○	3 S	0	8 880	100	19,9	12,9	1 000	44	110	Szabadság-telep partközeli.
			0,5	3 910	44,0	(12,55)					
			1	1 770	19,9	19,9	12,2				
VIII. 4. 17 <sup>20</sup>	○	0	0	3 000	100	18,0	15,3	176			Zalatorok közelében nyíltvíz.
			0,5	1 540	51,3	(15,3)					
			1	540	18,0	18,0					
			0			(24,8)	24,8				
			0			(35,5)	35,5				
											Zalatorok hínármentes hely. Zalatorok hínáros.

3. táblázat — Tabelle 3.

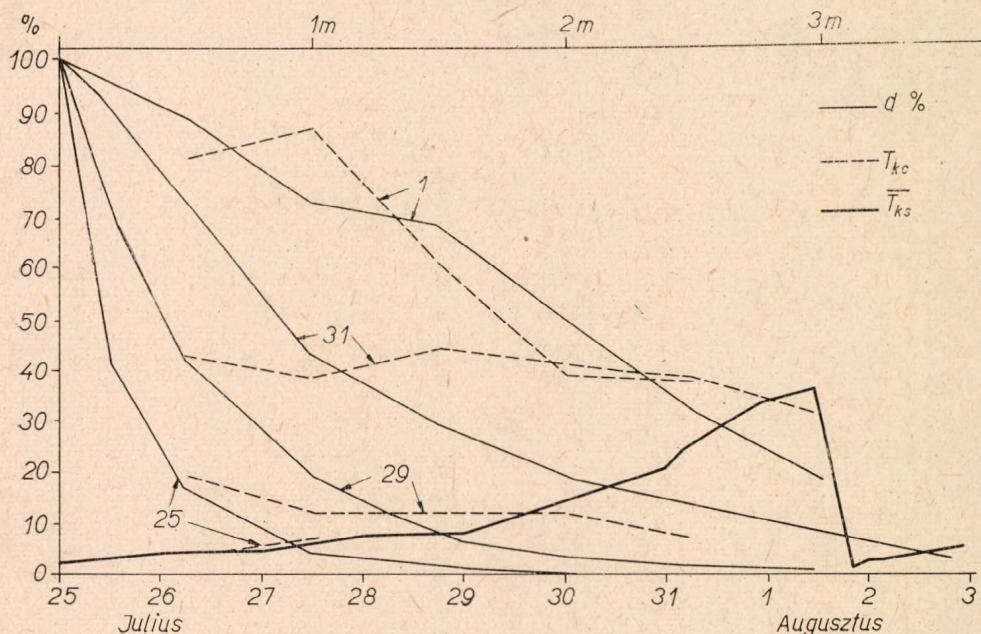
Fénymérések egy csendes nyári napon, 1960. szeptember 12-én az intézet előtt 300 m távolságban a nyílt vizen

58

Mérés ideje	Nap	Szél m/sec	m	Fény Lux	d%	T <sub>k</sub> cella	T <sub>k</sub> stufó	Vízfény	Secchi	Mélység	Gyűjtés helye Megjegyzés
IX. 12. 8 <sup>00</sup>	○	0	0	6 150	100	34,5	36,3	1 140	80	320	Szeptember 8-án erős vihar. 9—10 és 11-én csendes idő. Víz hőfok 17 C°.
			0,5	4 000	65,0	(30,9)	34,2				
			1	2 630	42,8	42,8	32,0				
			2	970	15,8	36,9	23,1				
			3	230	3,7	23,7	23,1				
IX. 12. 10 <sup>00</sup>	○	2E	0	8 560	100	35,0	33,5	800	83	320	
			0,5	4 570	53,4	(29,3)	29,5				
			1	2 885	33,7	33,7	29,5				
			2	1 020	11,9	35,4	27,8				
			3	290	3,4	28,4	26,3				
IX. 12. 12 <sup>00</sup>	○	0,1 E	0	7 920	100	31,5	38,9	570	85	320	
			0,5	4 170	52,7	(31,3)	33,1				
			1	2 570	32,4	32,4	29,8				
			2	800	10,1	31,1	29,5				
			3	170	2,1	21,3	25,0				
IX. 12. 14 <sup>00</sup>	○	0	0	5 500	100	35,7	42,1	540	85	330	Víz hőfok 21 C°.
			0,5	3 325	58,6	(32,7)	36,3				
			1	2 580	46,9	46,9	29,8				
			2	770	14,0	29,8	28,8				
			3	200	3,6	26,0	26,3				
IX. 12. 16 <sup>00</sup>	○	0	0	3 100	100	30,4	40,2	200	85	330	
			0,5	1 660	53,5	(33,4)	37,1				
			1	880	28,4	28,4	34,2				
			2	290	9,4	33,0	32,0				
			3	10	0,3	?	23,4				
IX. 12. 18 <sup>00</sup>	○	2S	0			(34,4)	37,5	0	65		Szürkület.
			1				35,5				

menetét a szél döntően nem befolyásolta. Július 21 és 26 között igen heves és több napig tartó, erős lehűlést kiváltó vihar dühöngött. Ezt követően néhány napig csendes, sőt jórészt teljesen szélmentes idő volt, mely a tóvíz fokozatos és jelentős letisztulásához és felmelegedéséhez vezetett (2. ábra).

Az ábrából világosan kitűnik, hogy helyes számos szerző (CHOLNOKY 1900, ENTZ 1949–50, FELFÖLDY—KALKÓ 1958, GÄRTNER 1928, LUDÁNY—PÁTER 1928 és ULLYOTT—KNIGHT 1938) megállapítása, hogy a Balaton vizé-



2. ábra. A Balaton-víz letisztulása tartós vihar után. — Abszcissa: VII. 25–VIII. 3.; vízmélység m-ben. Ordináta: %. 25 = VII. 25; 29 = VII. 29; 31 = VII. 31; 1 = VIII. 1.  $T_{kc}$  = Fényelemmel meghatározott transzmissziós koefficiens.  $T_{ks}$  = Stufóval meghatározott transzmissziós koefficiens.  $\bar{T}_{ks}$  = Előbbi értékek átlaga

Abb. 2. Abklärung des Balatonwassers nach anhaltenden Sturm. Abszisse: 25. Juli–3. August; Wassertiefe in m. Ordinate: d%. 25 = Juli 25; 29 = 29. Juli; 31 = 31. Juli; 1 = 1. August.

$T_{kc}$  = mittels Lichtelement bestimmter Transmissionskoeffizient

$T_{ks}$  = mittels Stufenphotometer bestimmter Transmissionskoeffizient

$\bar{T}_{ks}$  = Durchschnitt obiger Werte.

nek zavarosságát döntő mértékben a fenéküledék felkavarodása, ez utóbbit pedig a szél által kiváltott hullámozgás idézi elő.

Viszont ULLYOTT és KNIGHT ama megállapítása, miszerint legalább 4–5 m/sec-os szélsébségre van szükség, hogy olyan hullámmozgás alakuljon ki tavunkon, ami a fenéküledéket felveri (1938, 255), csak azzal a módosítással fogadható el, hogy ebben az esetben következik be — tartós szél esetén — a tó vizének gyors és jelentős felkeveredése, ami a víz színének gyors megváltozását is maga után vonja.

Általában a szél erőssége, tartóssága és a víz zavarossága között egyenes összefüggés állapítható meg. Már kisebb szél erő mellett is bekövetkezik a tó

4. táblázat — Tabelle 4.

Horizontális fénymérések a Balaton északi medencéjében egy erős nyugati szélbetörés alkalmával

Mérés ideje	Nap	Szél m/sec	m	Fény Lux	d%	T <sub>k</sub> cella	T <sub>k</sub> stufó	Vízfény	Secchi	Mélység	Gyűjtés helye Megjegyzés
XII. 1. 10 <sup>15</sup>	○	2,2—2,7 S	0	6 000	100	32,4	17,6	980	70	370	November 29-én vihar, 30-án pedig szélesend volt.
			0,5	3 600	60	(16,0)	14,4				
			1	2 160	36	36	14,1				
			2	660	11	30,1	14,0				
			3	210	3,5	31,8					
XII. 5. 11 <sup>00</sup>	○	4,9 W	0	5 880	100	50,9		910	120	380	Parkszálló előtt „tiszta” vízben. Víz hőfok 6,2 C°.
			0,5	4 400	74,8	(31,6)					
			1	3 370	57,3	57,3	32,7				
			2	1 710	29,0	50,7					
			3	820	13,9	48,0	30,5				
XII. 5. 11 <sup>30</sup>	○	5 W	0	5 400	100	36,7	12,8	1 050	70	350	Az előbbi gyűjtőhelytől 500 m-re Zamárdi felé láthatóan zavaros vízben. Zavarosság kezdetétől 50 m-re.
			0,5	3 310	61,3	(13,6)					
			1	2 170	40,2	40,2	13,9				
			2	430	8,0	19,8	13,5				
			3	176	3,3	40,9	14,1				
XII. 5. 11 <sup>45</sup>	○	5,6 W	0	7 600	100	25,3	13,2	1 230	55	350	Tihany—Zamárdi között középen. Erősen zavaros vízben.
			0,5	3 830	50,3	(13,6)					
			1	1 710	22,5	22,5	13,6				
			2	400	5,3	23,4	14,1				
			3	120	1,6	30,0	13,5				
XII. 5. 12 <sup>00</sup>	○	4,5 W	0	5 300	100	29,7		970	60	380	Zamárdi előtt, a parttól 600 m -re Zavaros víz.
			0,5	2 970	56,0	(10,7)					
			1	1 630	30,8	30,8	10,7				
			2	540	10,2	33,1					
			3	126	2,4	23,3	10,7				
XII. 5. 12 <sup>15</sup>	○	5 W	0	5 000	100	42,1		460	115	400	Zamárdi előtt a padka szélén mély, tiszta vízben.
			0,5	3 370	67,4	(27,1)					
			1	2 110	42,2	42,2	27,2				
			2	710	14,2	40,0					
			3	380	8,0	44,0	26,9				



XII. 5. 12 <sup>30</sup>	○	4 W	0	4 950	100	25,7	12,2	770	65	100	Parttól 200 m-re sekély zavaros vízben
			0,5	2 460	49,6	(12,2)	12,2				
			1	1 270	25,7	25,7	12,2				
XII. 5. 14 <sup>00</sup>	○	5,5 SN	0	3 060	100	3,7		370	40	300	Alsóörs előtt parttól 400 m-re sekély zavaros vízben.
			0,5	1 020	33,3						
			1	200	6,5	6,5					
			2	10	0,3						
XII. 5. 14 <sup>15</sup>	○	6 SW	0	2 560	100			570	20	200	Nádas előtt sekély, igen zavaros vízben.
			0,5	30	1,2	0,014					

Táblázat magyarázatok 1—6 táblázatokhoz

Nap = borultság mértéke: ○ = teljes napfény; ☉ = változó felhőzet; ● = borult idő;

⊙ = köd; m = mérés mélysége m-ben

d % = a különböző mélységekbe a vízbe lehatoló fény a beeső fény %-ában kifejezve

$T_{kcella}$  = transzmissziós koefficiens fényelemmel meghatározva

$T_{kstufe}$  = transzmissziós koefficiens stufóval meghatározva

Vízf. = a vízből visszaverődő (kisugárzó) fény intenzitása Lux-ban

Secchi = Secchi-koronggal mért átlátszóság cm-ben

Mélység = víz mélysége a vizsgált helyen

Erklärung der Tabellen 1—6 (Siehe noch im Text S. 89)

Nap: Maß der Bewölkung; ○ = Sonnenschein; ☉ = wächselnde Bewölkung; ● = bedeckt; ⊙ = Nebel

m = Tiefe der Messung in m

d % = Licht (Strahlung) in verschiedenen Wassertiefen, in % des einfallenden Lichtes ausgedrückt.

$T_{kcella}$  = Transmissionskoeffizient mittels Photozelle bestimmt,

$T_{kstufe}$  = Transmissionskoeffizient bestimmt mit Pulfrich Stufenphotometer,

Vízf. = Intensität des Unterlichtes in Lux

Secchi = Durchsichtigkeit in cm, bestimmt mit Secchi-Scheibe

Mélység = Wassertiefe der untersuchten Stelle,

5. táblázat — Tabelle 5  
Fénymérések két téli vihar után

Mérés helye	Nap	Szél m/sec	m	Fény	d%	T <sub>k</sub> cella	T <sub>k</sub> stufó	Vízfény	Secchi	Mélység	Gyűjtés helye Megjegyzés
XII. 14. 16 <sup>00</sup>	☉	0	0,5 1 2			(0,55)	0,5 0,5 0,7		35		December 11—12-én erős vihar volt. Köd. Vízhőfok 4,5 C°.
XII. 15. 11 <sup>30</sup>	☉	0	0 0,5 1 2 3	3 540 1 200 400 60 12	100 33,9 11,3 1,7 0,3	15,6 (1,9)	2,3 1,8 1,8 1,8	490	45	340	Köd. Vízhőfok 4 C°.
XII. 16. 11 <sup>00</sup>	☉	0	0 0,5 1 2 3	4 340 1 370 490 60 0,6	100 31,6 11,3 1,4 0,1	11,2 (2,5)	3,4 2,9 12,2 1,1	340	50	320	Erős köd.
XII. 17. 12 <sup>00</sup>	☉	0	0 0,5 1 2 3	3 140 1 170 460 60	100 37,2 14,6 1,9	13,8 (4,1)	3,9 4,1 4,3 1,4	260	45	320	Napok óta tartó teljes szélcsend és állandó köd.
XII. 19. 11 <sup>30</sup>	☉	0	0 0,5 1 2 3	8 900 2 800 850 30 0	100 31,5 9,6 0,3 0	6,7 (0,8)	1,1 0,9 0,2 0,3	1 600	30	320	18-án erős vihar. Ködön átsütő napfény.
XII. 20. 10 <sup>30</sup>	☉	2,5 S	0 0,5 1 2 3	11 100 4 510 1 660 200 12	100 40,6 15,0 1,8 0,1	12,8 (0,62)	0,8 0,7 11,0 0,55 0,50	2 800	38	320	Vízhőfok 6,5 C°.
XII. 21. 11 <sup>00</sup>	☉	3,0 SW	0 0,5 1 2 3	11 500 6 900 2 570 290 12	100 60,0 22,3 2,5 0,1	13,8 (5,02)	5,7 4,5 11,3 4,1	2 800			

vízének bizonyos zavarosodása, ha a szélhatás hosszabb időn keresztül érvényesül. Így pl. tavasszal a jég olvadása után egészen enyhe szelek hatására is egyre fokozódik a víz zavarossága (5. és 6. ábra). Viszont 5–6 m/sec sebességű szélrohamok sem idéznek elő komoly zavarosságot a vízben, ha a szél lökésszerű, vagy csak rövid ideig tart. A felkavarodás mértéke 7–9 m/sec szélerősség mellett (az 1960. évi nyári ÉNy-i viharos szelek jórészt ilyenek voltak) már rövid idő alatt (1/2–1 óra) tetemes lehet.

Minthogy e szelek rendszeresen több órán, sőt néha több napon át tomboltak (pl. 1960 július 21–26 között), hatásukra rendkívül erős vízzavarosság lépett fel. A zavarosságot a fenékről felkavart iszap mennyisége mellett az is fokozta, hogy a felkavart iszap-részecskék a tartós, erős hullámmozgás hatására felaprózódtak, ami megsokszorozta a lebegő részecskék számát. Ilyen hatást kiváltó erős vihar után (pl. július 4, július 22–25, december 11–13, december 18 stb.) az ülepedés — mely egyúttal iszappelyhek keletkezésével jár — lassan halad, még teljesen szélcsendes időben is (pl. december 14–17, 6. táblázat).

Egy hirtelen jött és gyorsan le is zajló vihar fenekestől felforgatja ugyan a Balaton vizét, viszont a zavaros víz lebegő részei a vihar elültével gyorsan le is ülepednek. (Pl. december 5-én déli szél keverte fel a tó vizét, de a látható zavarosságnak másnapra szinte nyoma sem volt (4. táblázat).

Maga az ülepedés érthetően csendes időben, teljesen nyugodt vízben a leggyorsabb és ezért a legnagyobb átlátszósági értékeket hígvizen (jégmentes vízfelületen) többnapos teljes szélcsend után és természetesen főképpen télen a jég alatt észlelhetjük. Az a régebbi feltevés, hogy nyáron a lebegő részek lassúbb ülepedése késlelteti a tóvíz letisztulását, nem valószínű, hiszen pl. 1960 július 30–augusztus 2 között elég gyors volt az ülepedés (2. ábra, 1. táblázat). Nyáron a nyílt vízben lejátszódó intenzívebb asszimiláció révén kiváló újabb és újabb lebegő mérszemesék, továbbá a csaknem nap-mint-nap fellépő kisebb-nagyobb hullámozgás egyrészt gátolja a tóvíz ülepedését, másrészt újabb és újabb kisebb-nagyobb zavarosodást idéz elő. Több napig tartó teljes szélcsend csak az őszi és a téli hónapokban fordul elő.

A Balaton nagy részére kiterjedő szélvihar a tó vízének elég egyenletes zavarosságát idézi elő. Így pl. az augusztus 2-i erős szél alaposan felkorbácsolta a vizet Keszthelytől—Keneséig. A vihar után augusztus 4-én Tihany és Keszthely között horizontálisan végeztünk fényméréseket. Ezek azt mutatták, hogy a felkavarodás, majd a bekövetkezett ülepedés a tó déli medencéjében csaknem teljesen egyenletes volt (2. táblázat, 3. ábra). A szél iránya is befolyásolja a zavarosság mértékét, különösen a partközeli 200–500 m-es víz-sávban. Az északi part közelében pl. a hullámmagassággal arányosan a főszelel — az É-i—ÉNy-i szél — alig idéz elő vízfelzavarodást, míg az azonos erősségű délies szelek erős hullámozgást és ezzel egyidőben erős vízzavarosságot okoznak.

Több szerző (CHOLNOKY 1900, LUDÁNY és PÁTER 1928, és ULLYOTT és KNIGHT 1938) rámutatott az alzat és a víz zavarossága közötti kapcsolatra. Eszerint homokos alzat felett kevésbé zavarodik fel a víz mint iszap felett. Augusztus 4-én végzett vizsgálataink ezt a korábbi megállapítást igazolták és érvényességét mennyiségi adatokkal alátámasztották (2. táblázat, 3. ábra).

Az alzat minőségénél azonban sokkal lényegesebb a vízmélység szerepe. Erre utalnak ENTZ és SEBESTYÉN (1946), amikor hivatkoznak arra a közismert tényre, hogy a süllő hullámverésben előszeretettel keresi fel a különösen zavaros szélvizeket.

6. táblázat — Tabelle 6.

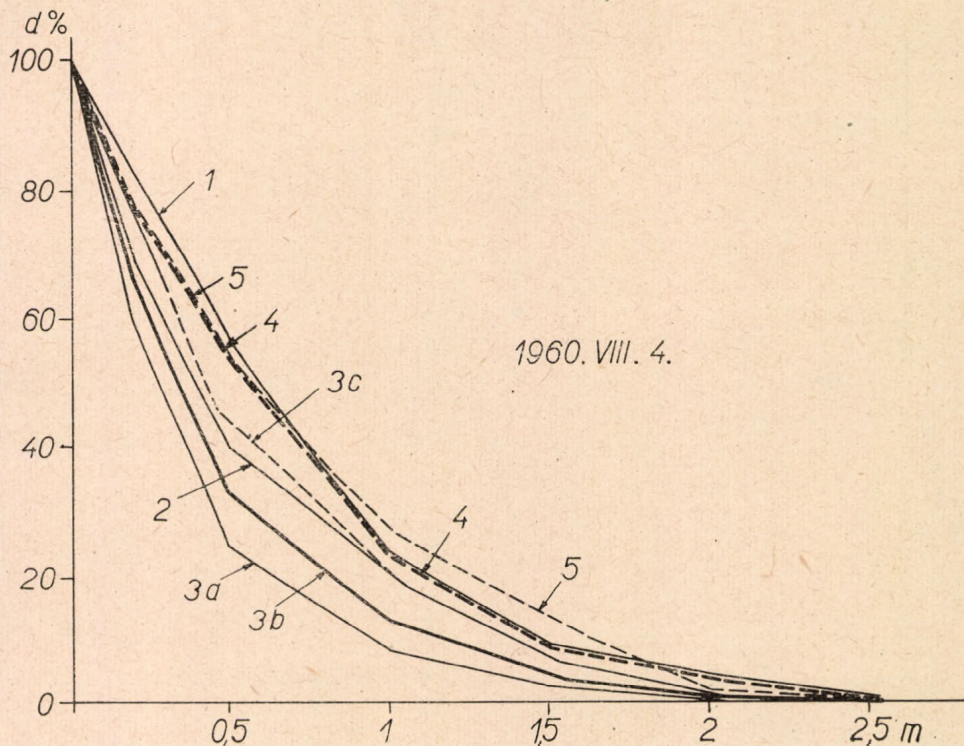
Fénymérések a Balaton vizében 1960. december 23–1961. március 10 között Tihanyban a Biológiai Intézet előtt 300 m-re a parttól, nyílt vízben

Mérés ideje	Nap	Szél m/sec	m	Fény Lux	d%	T <sub>g</sub> cella	T <sub>g</sub> stufó	Vízfény	Secchi	Mélység	Gyűjtés helye Megjegyzés
XII. 23. 13 <sup>00</sup>	●	7 NW				(0,02)	0,02				
I. 5. 12 <sup>00</sup>	○	4,5 SW	0 0,5 1 2 3	6 600 3 250 1 830 910 340	100 50,0 27,7 13,8 5,2	36,3 (25,3) 27,7 49,7 37,4	30,2	290	80	320	Vízhőfok 4 C°.
I. 16. 11 <sup>30</sup>	○	1,5 S	0 0,5 1 2 3	10 000 6 350 4 110 2 000 850	100 63,5 41,1 20,0 8,5	44,4 (38,7) 41,1 48,7 42,5	39,8	260			Bágyadt napsütés. 11-én T <sub>ks</sub> = (29,0) 13-án T <sub>ks</sub> = (35,3)
I. 23. 11 <sup>00</sup>	○	—	0 0,5 1 2 3	8 900 7 700 6 230 3 055 1 660	100 86,5 70,0 34,3 18,7	55,8 (39,9) 70,0 53,0 50,0	43,6				Jégen 8 cm-es hóréteg.  Havat nem takarítottuk el.  18-án befagyott a Balaton.
I. 24.	●						63,1				
I. 25. 10 <sup>30</sup>	○	—	0 0,5 1	8 600 12 0	100 0,15		75,0				
I. 25. 12 <sup>00</sup>	○	—	0 0,5 1 2	8 900 5 500 3 720 1 490	100 61,2 41,8 16,7	40,9 41,8 40,1		0	145	220	Mérés helyén hó eltakarítva. Vízfény nem volt kimutatható.

I. 26. 12 <sup>00</sup>	○	—	0 0,5 1 2	9 000 5 560 4 230 1 600	100 61,8 47,0 17,8	45,0 (50,0) 47,0 37,8		60	170		Mérés helyén hó eltakarítva. 27-én $T_{ks} = (63,0)$ . 28-án $T_{ks} = (74,9)$ . 30-án $T_{ks} = (61,6)$ .
I. 31. 12 <sup>00</sup>	○	—	0 0,5 1 2 3	9 520 7 090 4 570 2 740 1 660	100 74,5 48,0 31,8 19,3	56,2 (70,4) 48,0 60,0 60,6	74,9	320	260	330	Délben indult meg a hótakaró olvadása.
II. 2. 11 <sup>00</sup>	○	—	0 0,5 1 2 3	8 880 7 280 7 800 4 835 3 080	100 82,0 87,8 54,4 34,7	72,0 (70,9) 87,8 62,0 63,7	74,0		290		Erős olvadás, a hótakaró a jégről teljesen eltűnt. $T_{kc} = 73,5$ febr. 7-én.
II. 15. 11 <sup>30</sup>	○	1 S	0 0,5 1 2 3	12 200 11 125 9 520 6 580 3 630	100 91,0 86,8 53,8 29,7	65,7 (65,7) 86,8 49,5 36,1	68,3			350	13-án a jég elvonult. 13-án $T_{ks} = (56,2)$ . 14-én $T_{ks} = (56,2)$ .
II. 23. 7 <sup>15</sup>	●	1,5 E	0 0,5 1 2 3	1 710 1 140 770 364 126	100 66,7 45,0 21,3 7,4	44,0  45,0 47,3 34,6		0	160		Vízfény 10 <sup>30</sup> -kor 460. 16-án $T_{ks} = (62,9)$ . 17-én $T_{ks} = (46,7)$ . 19-én $T_{ks} = (41,7)$ . 20-án $T_{ks} = (56,1)$ . 22-én $T_{ks} = (52,8)$ .
II. 23. 12 <sup>30</sup>	●	2,6 E	0 0,5 1 2 3	9 330 6 200 4 230 2 460 1 400	100 66,5 45,3 26,4 15,0	57,3 (59,5) 45,3 58,2 56,9	62,5	340	160		Vízfény 14 <sup>30</sup> -kor 400. Víz hőfok 4,5 C°.
II. 23. 16 <sup>30</sup>	●	0,2 E	0 0,5 1 2 3	1 110 752 472 242 120	100 67,7 42,5 21,8 10,8	47,0  42,5 51,3 49,6		160	150		

Mérés ideje	Nap	Szél m/sec	m	Fény Lux	d%	T <sub>k</sub> cella	T <sub>k</sub> stufó	Vízfény	Secchi	Mélység	Gyűjtés helye Megjegyzés
II. 28. 7 <sup>30</sup>	○	2,8 E	0	5 030	100	55,1		370	160	320	Víz hőfok 3,0 C°.
			0,5	3 720	74,0						
			1	2 520	50,1	50,1					
			2	1 430	28,4	56,7					
			3	850	16,9	59,4					
II. 28. 13 <sup>00</sup>	○	2 E	0	21 600	100	61,3		1 650	160	320	Víz hőfok 5,4 C°.
			0,5	12 000	55,6						
			1	10 220	47,3	47,3					
			2	6 800	31,7	66,9					
			3	3 820	17,7	55,8					
II. 28. 16 <sup>30</sup>	○	0	0	2 230	100	44,8		0	160	320	
			0,5	1 620	73,0						
			1	960	43,2	43,2					
			2	360	16,2	37,5					
			3	90	4,1	25,0					
III. 2. 11 <sup>30</sup>	○	7 NW	0	23 200	100	46,1	33,9	4 770	80	320	Víz hőfok 6,2 C°.
			0,5	16 400	70,6	(32,0)					
			1	11 880	51,3	51,3	30,9				
			2	5 720	24,6	48,1	33,9				
			3	2 570	11,1	45,0	27,2				
III. 10. 11 <sup>45</sup>	○	5 W	0	24 000	100	44,1	22,6	3 760	85	320	Víz hőfok 9,9 C°.
			0,5	15 600	65,0	(19,5)					
			1	11 200	46,6	46,4	17,8				
			2	4 840	20,2	43,2	17,8				
			3	2 255	9,4	46,6	19,9				

Míg a mélyvíz (3,5–4 m) még tartós 4–5 m/sec szélerősség mellett is alig zavarosodik meg a Balatonon, addig partközéiben 1–2 m-es vízben már a nyíltvíz felől fújó 1–2 m/sec-os szél is erős zavarosságot idéz elő. 1960 szeptember 13-án pl. 1,5 m/sec-os keleti szél a tihanyi partok közelében 330 cm mély vízben alig okozott észrevehető zavarosodást. A part felé haladva azonban a fokozatosan sekélyedő vízben az átlátszóság annyira lecsökkent,

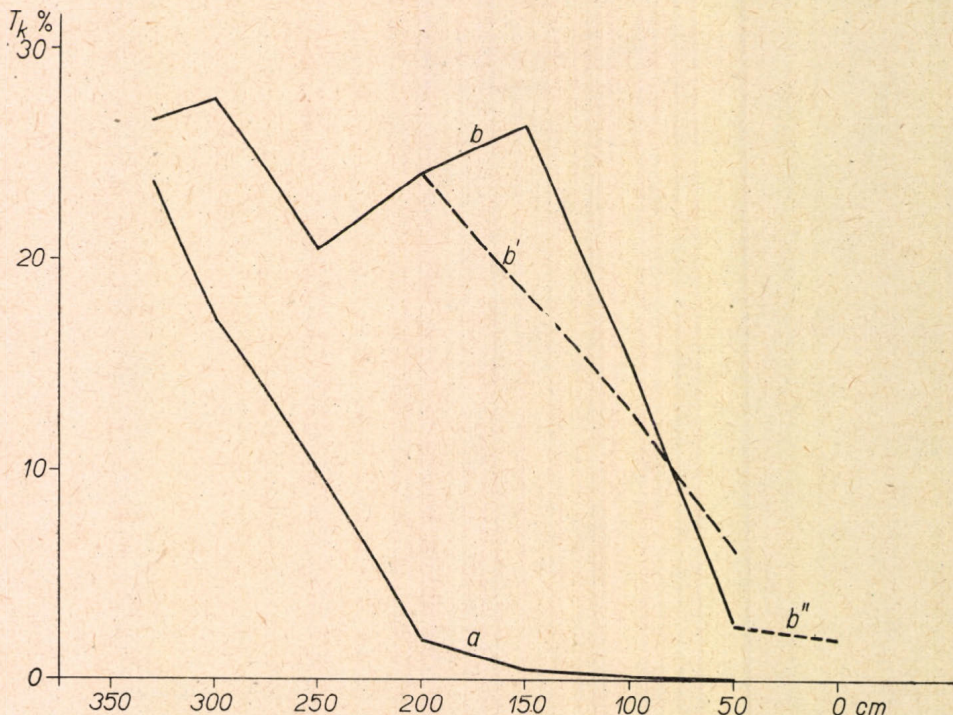


3. ábra. A Balaton fényviszonyai horizontálisan Tihanytól Keszthelyig a hossz tengely mentén és Ábrahámhegytől Szabadságtelepig haránt irányban, a felszíntől a fenéig. Abszcissa: Vízmélység m-ben. Ordináta: Fényintenzitás  $d\%$ -ban. 1. Örvényes–Balatonföldvár; 2. Zánka–Balatonszemes; 3. Ábrahámhegy strand előtt; 3b. tóközép Ábrahámhegy és Szabadságtelep között; 3c. Szabadságtelep strand előtt; 4. Ederiesi-öböl; 5. Keszthelyi-öböl

Abb. 3. Lichtverhältnisse des Balaton, horizontal von Tihany bis Keszthely längs der Längsachse und von Ábrahámhegy bis Szabadságtelep quer durch den Balaton, von der Oberfläche bis zum Boden. Abszisse: Wassertiefe in m. Ordinate: Lichtintensität in  $d\%$ . 1. Örvényes–Balatonföldvár; 2. Zánka–Balatonszemes; 3a. vor dem Strand von Ábrahámhegy; 3b. Seemitte zwischen Ábrahámhegy und Szabadságtelep; 3c. vor dem Strand in Szabadságtelep; 4. Bucht von Ederies; 5. Bucht von Keszthely.

hogy a 150 cm mélységű víz olyanná vált, mint a mélyvíz 8–10 m/sec-os szélerősség esetén (4. ábra). Viszont a szél elülésével és a hullámszél elcsendesülésével alig két órával a fenti hullámszél-észlelések után ugyancsak a 150 cm-es vízben a felszínen már csak annyira volt zavaros a víz, mint előző mérésünkör a mélyvízben. Az 50 cm-es víz igen enyhe hullámszél mellett még ekkor is megtartotta erős zavarosságát. Ugyanez alkalommal a 2 m mély

vízben vertikálisan is végeztünk fényméréseket. Ezekből az adatokból mint a vertikális fénymérésekből általában kitűnt, hogy a fenék felé haladva a zavarosság erősen fokozódik, jeléül annak, hogy az ülepedés felülről, fokozatosan következett be és egy bizonyos nagyságrendig vezetett a lebegő részecskék leülepedésére. A legfinomabb részecskék ülepedése igen lassú folyamat. Az ülepedés eme utolsó szakaszának csaknem tökéletes lezajlását a legjobban a



4. ábra. A transzmissziós koefficiens változása a vízmélység szerint. Abszcissza: Vízmélység cm-ben. Ordináta:  $T_{ks}$  %. a =  $T_k$  8<sup>30</sup>-kor a felszínen különböző mélységű vízben a nyílt víztől a part felé. b =  $T_k$  11<sup>00</sup>-kor a felszínen különböző mélységű vízben, uo. b' =  $T_k$  11<sup>00</sup>-kor 2 m-es vízben, különböző vízmélységben. b'' =  $T_k$  11<sup>00</sup>-kor 50 cm-es vízben, különböző vízmélységben. a = Keleti szél, 1,5 m/sec. b = Szélcsend. Csenedő hullámmzás

Abb. 4. Veränderung des Transmissionskoeffizienten je nach der Wassertiefe. Abszisse: Wassertiefe in cm. Ordinate:  $T_{ks}$  %.

a =  $T_k$  um 8<sup>30</sup> an der Oberfläche in verschieden tiefem Wasser vom offenen Wasser uferwärts

b =  $T_k$  um 11<sup>00</sup> an der Oberfläche in verschieden tiefem Wasser, ebendort.

b' =  $T_k$  um 11<sup>00</sup> in 2 m tiefem Wasser, zu verschiedenen Tiefenlagen.

b'' =  $T_k$  um 11<sup>00</sup> in 50 cm tiefem Wasser zu verschiedenen Tiefenlagen.

a = Ostwind, 1,5 m/sec; b = Windstille, abflauender Wellengang.

téli Balatonon a tartós jégtakaró alatti víz letisztulásakor lehet megvizsgálni. Míg hígvíz esetén a PULFRICH-féle fotométerrel mért és 1 m-es vízrétegre vonatkoztatott fényáteresztő képesség ( $T_{ks}$ ) sem a mostani vizsgálatokkor, sem pedig az 1948–49. év folyamán (ENTZ 1949–50) nem emelkedett 80% fölé, addig jég alatt mindkét télen elérte a 85, sőt megközelítette a 90%-ot.



A téli, különösen víz alatti nagyfokú vízletisztulás bekövetkeztében valószínűleg annak is fontos — talán döntő — szerepe van, hogy az ekkor is intenzív asszimilációs folyamatok főképpen a fenéken (kovamoszatszőnyeg!) zajlanak le, amikor a biogén mész döntő túlsúlyban közvetlenül a fenéken válik ki, hiszen vizsgálataink szerint ekkor még a pelágikusnak ismert planktonalgák jórésze is leülepedik a fenékre!

Előfordult, hogy a Balaton nyíltvizében egymástól optikailag erősen eltérő (más színezetű és más zavarosságú) víztömegek váltakoztak. E jelenségre CHOLNOKY (1900) és utóbb FÉLFOLDY és KALKÓ (1958, 312) hívták fel a figyelmet. A jelenség vizsgálatára kitűnő alkalom nyílt 1960 december 5-én egy heves (4—6 m/sec) Ny-i—DNy-i szél következményeként. Ez alkalommal a szél hatására hatalmas víztömeg áramlott DNy-ról ÉK-felé a Tihanyi-szoroson keresztül.\* Ennek révén a déli medence felzavart, „szőke” vize (FÉLFOLDY és KALKÓ 1958, 311) mélyen benyomult az ÉK-i medencébe több km távolságra. A betódult víz karélyosan szélterülve hatolt előre, miközben zavarossága — részben a tisztább vízzel való keveredés, részben talán ülepedés révén — fokozatosan gyöngült. Ezen a napon 11 és 15<sup>h</sup> között gyorsjáratú motoroshajónkkal számos mérést végeztünk Tihanytól Zamárdiig, majd onnan Alsóórsig. A Kutatóintézet előtt 300 m távolságban a nyílt vizen tiszta, zöldes volt a víz (SECCHI-érték 120 cm,  $T_{ks}$  31,6,  $T_{kc}$  50,9, fényerő 3 m mélységben 820 Lux, l. 4. táblázat).

Innen alig 500 m-re hirtelen zavaros víz kezdődött, mely távolabb még átlátszatlanabbá vált. A Somogyi part előtt kb. 600 m-ig terjedt ez a zavaros víztömeg. (SECCHI-érték 55—70 cm,  $T_{ks}$  10,7—13,6,  $T_{kc}$  25—36 és fényerő 3 m mélyen 120—176 Lux.) E zavaros víztömegen túl a part felé, a padka előtti mélyvízben (vízmélység 4 m) kb. 200 m szélesen feltűnően tiszta vízsáv következett (SECCHI érték 115 cm,  $T_{ks}$  27,1,  $T_{kc}$  42,1 és fényerő 3 m mélyen 380 Lux). A padka feletti sekély víz egészen a partig ismét zavaros volt. Ez azonban már nem a délről benyomult zavaros víztömeg hatásának tulajdonítható, hanem a helyi hullámverés következménye volt (SECCHI-érték 65 cm,  $T_{ks}$  12,2,  $T_{kc}$  25,7). Ezek az igen különböző fényáteresztőképességű sávok egészen hirtelen, szinte minden átmenet nélkül következtek egymás után. A sávok elhelyezkedése hasonlított a beömlő patakvizek tavi szétterüléséhez (ENTZ, 1961, kézirat).

Zamárditól Alsóórs irányába haladva, a különböző zavarosságú víztömegek ismét előtűntek, bár a zavarosságbeli eltérések itt — a Tihanyi-szorostól távolabb — már nem voltak olyan élesek (4. és 8. táblázat).

Ez a jelenség arra hívja fel a figyelmet, hogy a Balaton déli medencéjéből Ny-i szél hatására tekintélyes mennyiségű szeszton (lebegő hordalék) juthat az É-i medencébe. A zavaros vízben végzett ülepítési kísérleteink alapján kb. 8 mg-ra tehető literenként a lebegő anyag mennyisége. Ez az érték csak fele a MÜLLER (1929) által megadott 17 mg/literes értéknek. Mégis, ha feltételezzük, hogy 1960 december 5-én a zavaros víz valóban teljes egészében a déli medencéből jutott az északi medencébe, az így bejutott abioszesztont mintegy 150 tonnára becsülhetjük. A tényleges hordalék-mozgás mennyiségi vizsgálata kívánatosnak látszik, és erre a jövőben a tihanyi Kút környékén végzendő vizsgálatok hivatottak.

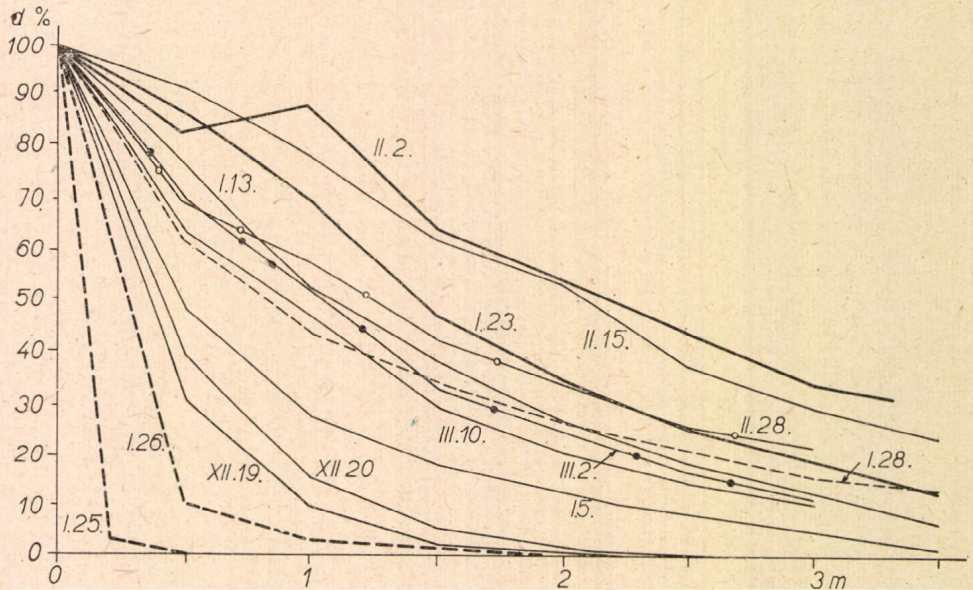
\* A VITUKI méréseiből ismeretes, hogy az áramló víz sebessége meghaladhatja az 1,5 m/sec-ot, ami igen tekintélyes (STELCZER, 1961).

Érdeemes felemlíteni, hogy alig 24 órával a fent vázolt jelenség után, vagyis december 6-án az északi medencében a víz az előző napi zavaros helyeken ugyanolyan tiszta volt, mint ott, ahol az előző napon nem zavarodott meg. Valószínű, hogy a bekerült lebegő anyag elég durva volt (a szélereő nem volt nagyobb 6 m/sec-nál, tehát a lebegő részecskék erős felprózódására nem kerülhetett sor), és így következhetett be a gyors leülepedés.

### Az eredmények értékelése

#### 1. Az ülepedés sebessége és az ezt befolyásoló tényezők

ULLYOTT és KNIGHT szerint (1938, 265) a vihar kiváltotta zavarosság a Balatonon két napnál tovább nem tart. Saját vizsgálataink szerint ez a megállapítás nem általános érvényű. Igaz ugyan, hogy közepes szelek, melyek sebessége a 4–6 m/sec-ot nem haladja meg, vagy hirtelen lezajló viharok után valóban napok, sőt órák alatt bekövetkezik a víz nagymértékű letisztulása (pl. július 14–15, december 5–6), viszont tartós erős szélviharok után, melyek sebessége a 8–10 m/sec-ot eléri vagy meghaladja, lényeges tisztulás csak két nap után következik be. Ez utóbbi azt jelenti, hogy ilyenkor csak ennyi idő után nyeri vissza a tó jellemző zöldes színezetét és ezután emelkedik



5. ábra.  $d\%$  változása télen december 19-től március 10-ig.

————— jég hó nélkül  
 - - - - - hótakaróval borított jég  
 ———— Nyílt víz

Magyarázat a szövegben.

Abb. 5. Veränderung von  $d\%$  im Winter, vom 19. Dezember bis 10. März.

————— Eis ohne Schnee  
 - - - - - Eis mit einer Schneedecke  
 ———— offenes Wasser

a SECCHI-átlátszóság 60–80 cm, a  $T_k$ -érték pedig 8–10% fölé. Ezekről el-  
térően egészen különös adatokat kaptunk december 14 és 17 között, amikor  
a 11–12-én lezajlott erős vihar után teljes szélséand uralkodott és állandó erős  
köd volt. Ezalatt a 4 nap alatt a mozdulatlan, tükörsima Balatonban szinte  
semmi ülepedés nem volt észlelhető. A víz végig valósággal tejszerű benyomást  
keltett, és a SECCHI-koronggal mért átlátszóság még a negyedik szélmentes  
napon is csupán 45 cm volt, a  $T_{ks}$  érték pedig ezalatt 0,55-ről mindössze 4,5-re  
emelkedett. Ugyanúgy lassú volt a víz ülepedése december 19–20-án, a 18-i  
vihar után. Viszont később egy nap alatt a  $T_{ks}$  érték 0,62-ről felugrott 5,1-re.  
Az előbbiekhöz hasonló jelenséggel nyáron is találkoztunk. Ekkor július 25-től  
29-ig a viszonylagos csendes idő ellenére a Secchi-átlátszóság 37-ről mindössze  
50 cm-re, a  $T_{ks}$  érték pedig ugyanakkor 2,0-ról csupán 7,8-ra emelkedett.  
Ezután pedig gyors emelkedés következett be (1. és 5. táblázat, 2. ábra).

Az átlátszóság lassú emelkedési időszakában mindhárom esetben telje-  
sen borult idő, a második esetben pedig tartós köd uralkodott. Az ezután  
következő gyors  $T_k$  emelkedés vagyis ülepedés mindig ragyogó napsütésben  
következett be. Önként adódik tehát az a feltevés, hogy a fény mennyisége  
vagy kifejezetten a közvetlen napfény hatása gyorsítja a finom iszapszemecs-  
kék ülepedését. A napfény közvetve — esetleg az asszimilációs folyamatokra  
gyakorolt serkentő hatás révén — vagy közvetlenül — a pelyhesedés elő-  
mozdításával — kedvezően előmozdíthatja a lebegő részecskék tömörülését  
és így a víz tisztulását. E kérdés tisztázása, kísérleti kivizsgálása érdekes fel-  
adatnak tűnik, mely a tavi lebegő anyagok, valamint az üledék dinamikájának  
megismerését jelentősen előmozdíthatja.

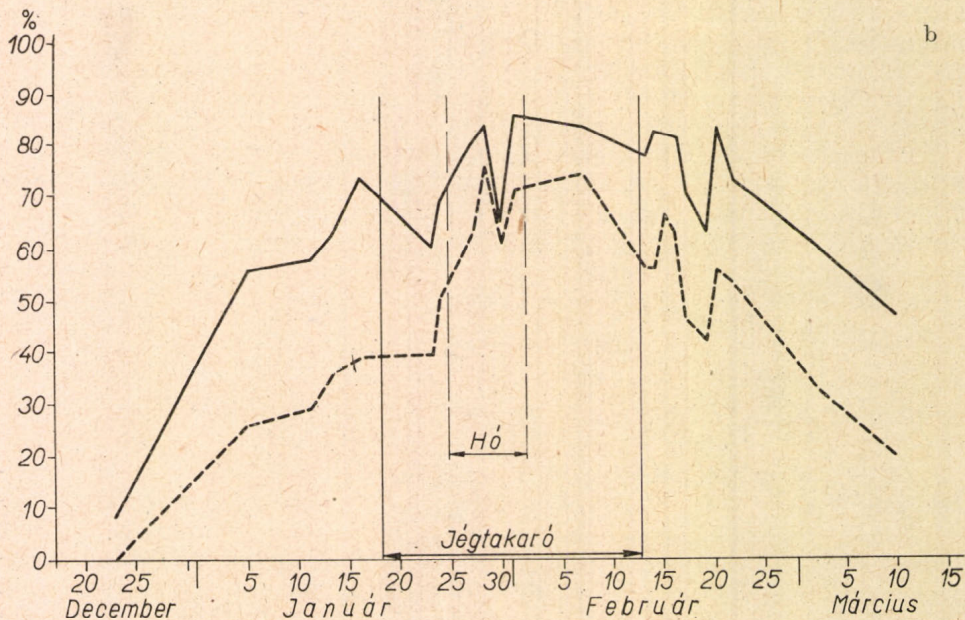
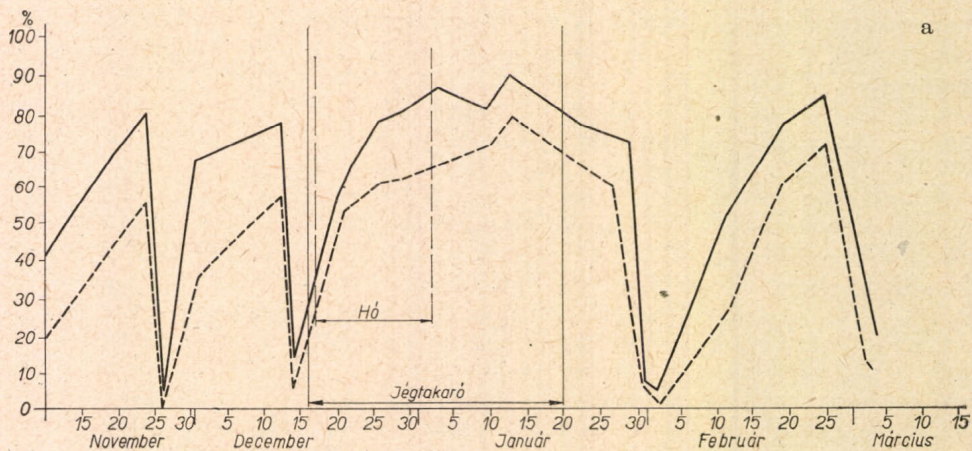
Azonos külső körülmények között az ülepedés folyamata egyenletes.  
Erre mutattak rá a szeptember 12-én, jórészt szélmentes csendes napon, napos  
időben végzett méréseink, amikor reggel 8 órától du. 18 óráig kétóránként  
végeztünk fénymeghatározásokat. Ez alkalommal közepes átlátszóság mellett  
a fényáteresztőképesség értéke óránként kb. 1%-ot emelkedett. Alacsonyabb  
 $T_k$ -értékek mellett ez az emelkedés lassúbb (0,01–0,1%) óra. Ez szintén  
érthető, ha elfogadjuk előző állításunkat a fény serkentő hatásáról. Meg kell  
jegyeznünk, hogy már egészen enyhe szél is érezteti hatását, vagyis lassítja  
az ülepedést sőt növeli a víz zavarosságát (pl. szeptember 12-én de. 10 órakor  
2 m/sec-os keleti szél).

## 2. A szeszon $CaCO_3$ -tartalmának megváltozása a jég alatt

Télen vizsgálatokat végeztünk a víz  $T_k$ -értékeinek megismerésére merít-  
tett mintákkal. A  $T_{ks}$  értéket PULFRICH-féle fotométerrel 5 cm-es küvéták-  
kal határoztuk meg, majd a mérés után a mintákat 3 csepp 10%-os sósav  
hozzáadásával megsavanyítottuk. A sósav hatására a vízben lebegő mész-  
szemcskék feloldódtak, és a minta átlátszósága megnőtt (ENTZ 1949–50).  
A kezeletlen és a sósavval kezelt minták görbéje decembertől márciusig csak-  
nem teljesen párhuzamos volt (6a és 6b ábra).

1960 december 23-tól, az 1960. év utolsó viharos napjától a  $T_{ks}$  értékek  
fokozatosan emelkedtek, 1961 január 28-ig átlagban naponta 2,4%-kal. Ettől  
kezdve a fényáteresztő képesség előbb lassan, majd fokozottan csökkent.  
A kezelt és a kezeletlen minták  $T_{ks}$  értékének különbsége a jégtakaró alatt  
kisebb volt (15,2%) mint akár előtte (24,3%), akár utána (22%). Különösen

feltűnő, hogy a hótakaró alatt ez a különbség még jobban lecsökkent (11,7%), sőt a január 30-i mintában alig volt észrevehető (2%). Ez azt jelentette, hogy a sósav hozzáadása után a víz zavarosságában szinte egyáltalában nem következett be változás, vagyis a víz zavarosságát okozó lebegő részecskék túlnyomó többsége ekkor nem lehetett  $\text{CaCO}_3$  (vö. MÜLLER 1929).



6. ábra. A  $T_k$  értékek változása ősztől tavaszig. 6a = 1948–1949; 6b = 1960–1961.

----- =  $T_{ks}$  értékek eredeti Balaton-víz-mintában  
 ————— =  $T_{ks}$  értékek sósavas kezelés után

Abb. 6. Wechsel der  $T_k$ -Werte vom Herbst bis zum Frühjahr.

6a = 1948–1949; 6b = 1960–1961

-----  $T_{ks}$  Werte in original Balatonwasser-Probe  
 —————  $T_{ks}$  Werte nach Salzsäurebehandlung

Feltevéseink szerint a két görbe ilyen lefutásának az a magyarázata, hogy a jégtakaró alatt általában kissé csökken az asszimiláció intenzitása ( $\text{CO}_2$  és  $\text{HCO}_3^-$ -fogyasztás), és növekedik a disszimilációs folyamatok mértéke. Így az asszimilációs-disszimilációs folyamatok aránya eltolódik. Ennek következtében a biogén mészkiválás lecsökken, sőt a hótakaró alatt, amikor olyan erős fényhiány lép fel a tó egész víztömegében, amilyenre különben a Balaton nyílt vizében soha sincsen példa (5. ábra), ennek éppen az ellenkezője, vagyis mészoldódás következik be. Ez a jelenség valószínűleg analóg a nádasok belsejében az élénk disszimilációs folyamatok révén egész éven át bekövetkező víztisztulással.

Az ismertetett folyamatok hozzájárulnak a  $T_{ks}$  növekedéséhez, mint hogy a feltételezhető savanyodás miatt a legfinomabb lebegő részecskék oldatba mennek. Ugyanezen okból — amint említettük — a minták sósavas kezelése lényeges változást már nem is idézhet elő (6. táblázat). Ilyen körülmények alakulhattak ki január 30-án a jég alatti vízben, amikor a felszíni fénynek csak kis tört része hatolt a jég alá. Ettől kezdve azonban a hótakaró vékonyodása miatt — amit főképpen az erős napfényben bekövetkezett párolgás okozhatott — egyre több fény jutott a jég alá. Ugyanakkor a jégpáncélt átszelő számos repedés mentén felszivárgó víz is fokozta a hótakaró fényáteresztőképességét. A fény erősödése az asszimiláció folyamatának kedvezett. Így a vizsgált mintákban a sósav hatására ismét lényegesen fokozódott az átlátszóság, tehát valószínűleg ismét biogén mészkiválás történt. Arról, hogy a beeső fény hány %-a jutott le a vizsgálat idején télen a Balaton különböző mélységeibe, az 5. ábra és a 6. táblázat tájékoztat.

A jégalatti fényviszonyok alakulásával és a hótakaró szerepével külön is részletesen foglalkoztunk, de ezeket az eredményeket más alkalommal kívánjuk ismertetni.

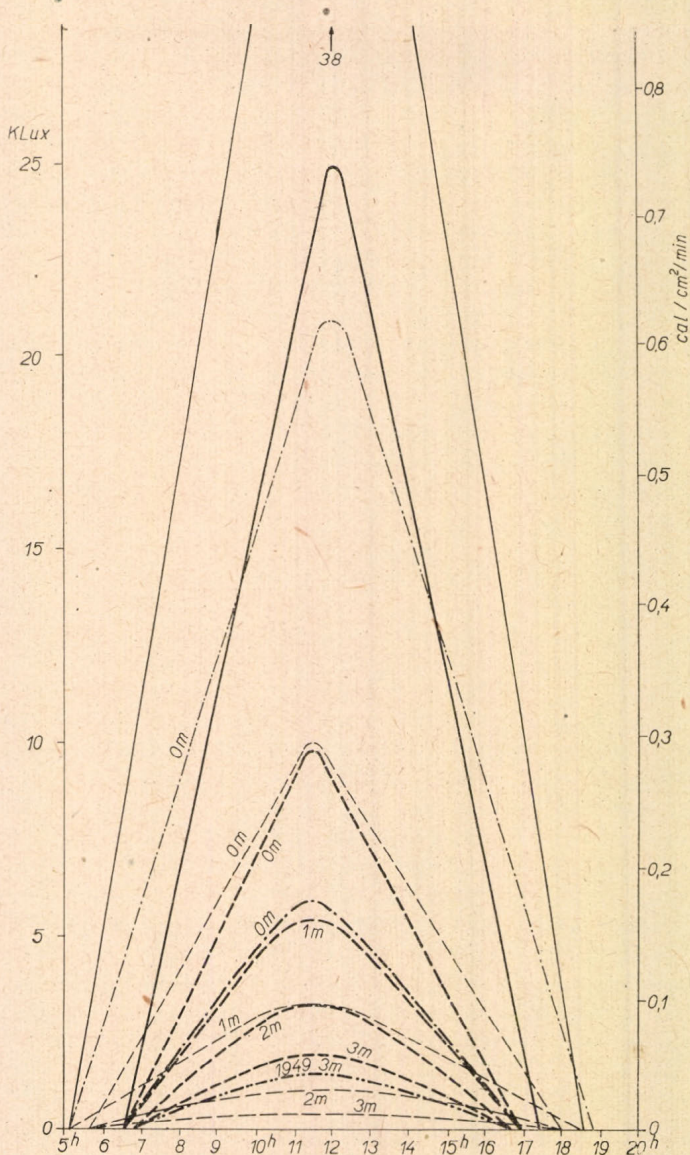
### 3. A Balaton téli és nyári fényklímája különböző vízmélységekben

Számos vizsgálati adat birtokában kiszámíthattuk a tófelület  $1 \text{ cm}^2$ -ére jutó fényenergiáját Lux-okban, melyet átszámítottunk kalóriákra. Az említett számításokhoz felhasználtuk a fényelem kalibrációs görbét, továbbá BACSÓ—KAKAS—TAKÁCS (1953), SAUBERER—HÄRTEL (1959), SIEBECK (1960), SIMON (1960), STEINHAUSER (1939) és TASS—WODETZKY (1931) munkáit. Grafikonon ábrázoltuk (7. ábra) a fényintenzitás napi óránkénti változását a különböző vízmélységekben, február és július hónapok havi átlagában. Felvázoltuk egy verőfényes téli és nyári nap hasonló értékeit, majd SAUBERER—HÄRTEL nyomán (1959) egy közepesnek mondható téli és nyári nap adatait. A kapott eredmények egy részét tünteti fel a 7. ábra. Ennek az ábrának az elkészítésénél, de számos más helyen is felhasználtuk a Tihanyi Biológiai Kutatóintézet területén működő meteorológiai megfigyelő állomás adatait.

A 7. ábráról és a 7. táblázatból kitűnik, hogy az 1960—61. évi eredmények napfényenergia szempontjából egészen rendkívülieknek mondhatók. Magyarországon egy átlagos nyári napon  $289,7 \text{ cal}$  jut egy vízszintes felület  $1 \text{ cm}^2$ -ére (SAUBERER—HÄRTEL 1959), míg ugyanez az érték tiszta felhőtlen napon  $578 \text{ cal}$ -ra emelkedhet (HUTCHINSON 1957, SIMON 1960).\* Ezzel szemben

\* TAKÁCS L. szerint (Bacsó—Kakas—Takács, 1953) hazánkban a napi átlagsugárzás nyáron  $449 \text{ gcal/cm}^2$ , derült napon  $685 \text{ gcal/cm}^2$ . Télen átlag  $42 \text{ gcal/cm}^2$ , derült téli napon  $150 \text{ gcal/cm}^2$ .

1960 júliusában a Balaton felszínének  $1 \text{ cm}^2$ -ére jutó energia napi átlaga mindössze 136 cal-ra becsülhető. Ugyanezen idő alatt az égbolt átlagos felhőborítottsága kb. 58% volt. A téli, februári értékek a nyáriakkal ellentétben magasak voltak. A csendes, napsütésben aránylag gazdag napok (felhőborítottság 60%) értékei átlagértékükben megközelítették a nyári értékeket ( $102,5 \text{ cal/cm}^2/\text{nap}$ ). Még meglepőbbek az 1,2 és 3 m mélységre vonatkoztatott vízalatti értékek, amikor a februári értékek a gyakori napsütés és az igen átlátszó víz következtében nemcsak megközelítették, hanem jóval meg is



7. ábra Magyarázatot l. 75. oldalon — Abb. 7. Erklärung s. S. 75.

haladták a júliusiakat. Így pl. a 3 m mélységbe lehatoló fény energiájának napi átlaga  $22,7 \text{ cal/cm}^2/\text{nap}$  volt, míg ugyanez júliusban ennek mindössze 30%-a volt. (7. táblázat.) Teljesen hasonló volt a helyzet a tófenéken az 1948—49. években is. Tehát a Balaton vízében — amit más években tett megfigyeléseink is alátámasztanak — a nyári erős felkeveredés és a téli letisztulás következtében valóságos fordított fényklímával találkozunk, ami alatt azt értjük, hogy télen a tó vízében a mélyebb vízrétegekben (1 m-nél nagyobb vízmélységekben) nemcsak relatíve, hanem abszolút értelemben véve is lényegesen több fény van mint nyáron.

Az adatokat néhány napi napszakos és számos déli mérés értékeiből számítottuk ki a helyi meteorológiai feljegyzések segítségével. Ezt a körülményt az adatok értékelésénél természetesen figyelembe kell venni.

7. táblázat — Tabelle 7

A Balaton fényklímájának néhány jellemző adata 1960—61-ben\*

	Február 1961				Július 1960			
	0 m	1 m	2 m	3 m	0 m	1 m	2 m	3 m
Lux $12^h$ (mért)	9 896	5 304	3 264	1 996	10 000	3 210	921	347
Lux $12^h$ (absz.) (?)	25 000	13 403	8 248	5 044	25 270	8 112	2 327	877
$T_{ks}$		53,6	61,1	61,1		32,1	28,7	37,7
d%	100	53,6	33,0	20,2	100	32,1	9,2	3,5
kLux ( $\text{cm}^2$ ) nap absz.	8 610	5 275	2 822	1 907	11 482	3 906	1 319	571
cal ( $\text{cm}^2$ ) nap	102,5	62,8	33,6	22,7	136,7	46,5	15,7	6,8

\*  $1 \text{ cal/cm}^2/\text{min} = 84 \text{ kLux}$  (SIEBECK 1960, 387).  $1 \text{ Lux (mért)} = 2,527 \text{ Lux absz.}$  (SAUBERER 1959), STEINHAUSER (1939) és SCHMITZ (1960) adatai alapján.

7. ábra. A Balaton fényháztartása. Abszcissza: Meghatározások időpontja órákban. Ordináta: Óránkénti átlagos fényintenzitás kLux-ban és ennek megfelelő cal értékek ( $\text{cal/cm}^2/\text{min}$ ). A kLux értékek mért (relatív) értékek.

- = Vízfelszíni nyári maximum
- = Vízfelszíni maximum teljesen derült téli napon, 1960. február 28-án
- ..... = Fényintenzitás változása átlagos nyári napon
- ..... = Fényintenzitás változása átlagos téli napon
- = Fényintenzitások változása 1960 júliusában különböző vízmélységekben (átlagértékek)
- = Fényintenzitások változása 1961 februárjában különböző (0 m, 1 m, 2 m és 3 m) vízmélységekben (átlagértékek)

Abb. 7. Lichthaushalt des Balaton.

Abszisse: Zeitpunkt der Bestimmungen in Stunden; Ordinate: stündliche mittlere Lichtintensität in kLux Meßwerte (keine absolute Werte!) und dementsprechende cal-Werte ( $\text{cal/cm}^2/\text{min}$ )

- Sommermaximum der Wasseroberfläche
- Oberflächenmaximum an einem vollkommen klarem Wintertag.
- ..... Lichtintensitätswechsel an einem mittleren Sommertag.
- ..... Lichtintensitätswechsel an einem mittleren Wintertag.
- Wechsel der Lichtintensität im Juli 1960 in verschiedenen Wassertiefen (Durchschnittswerte)
- Wechsel der Lichtintensität im Februar 1960 zu verschiedenen (0 m, 1 m, 2 m und 3 m) Wassertiefen. (Durchschnittswerte.)

#### 4. A vízfényről és a fényszóródási jelenségekről

FELFÖLDY és KALKÓ (1958) utaltak arra, hogy a fényszóródás jelensége igen fontos szerepet játszhat a Balaton vízében az optikai viszonyok kialakításában. A kérdéssel azonban tovább nem foglalkoztak. Feltevésüket eleve valószínűsíti az a tény, hogy a víz gyenge fényáteresztőképességét elsősorban nem vízben oldott színező anyagok, hanem lebegő részecskék idézik elő. Valóban a tóvíz zavarosságának előidézésében a biogén mészkiválásnak és a fenékről a hullámozás által felkavart iszapszemecskéknek van döntő szerepe.

A 8. táblázatban összefoglalt adatokból látjuk, hogy a vízfény (vö. 54—66 oldal) elég magas. A legerősebb vízfényt viharban, ragyogó napsütésben mértük március 2-án (4770 Lux). Általában a déli órákban szeles időben hullámozásban vagy vihar utáni zavaros vízben napsütésben mindig erős a vízfény, rendszeren több mint 1000 Lux. Tartós csendes időben, napsütésben és borús időben általában viszont 500 Lux alatt marad. A legalacsonyabb értékeket télen a jég alatt mértük, amikor pl. közvetlenül a hótakaró elolvadása után délben, napsütésben mindössze 10 Lux volt a vízfény (8. táblázat).

R%-kal jelöltük WHITNEY nyomán (1938a) a vízfény („alsó fény”) és a víz felületén mért fény („felső fény”) hányadosainak a százszorosát. Ez általában fordítva arányos a SECCHI-koronggal mért átlátszósági értékkel (8. táblázat). A legalacsonyabb R%-ot február 2-án kaptuk (0,16) ugyanakkor, amikor a SECCHI-átlátszóság maximális volt (280 cm).

A vízfény és az R% értéke napszakosan is változik a napmagasságtól függően. Reggeltől — azonos felhőborítottság esetében — a vízfény erősödik, délben a legerősebb és délután csökken, ha a víz zavarossága egyébként meg nem változik. Sekély vízben a vízfényt nem csupán a lebegő szilárd részecskék idézik elő, hanem a fenékről is verődik vissza fény. Olyankor, amikor a Balatonban horizontálisan tisztább és zavarosabb sávok váltakoznak (pl. 1960 december 5-én), az R% értéke ennek megfelelően ingadozik (8. táblázat).

Erős vihar után az R% értéke megközelítheti, sőt meghaladhatja a 25%-ot, ami azt jelenti, hogy a vízbe jutó fény sugaraknak ilyenkor közel 1/4-e vagy még ennél is több a vízből visszajut a levegőbe. Valósággal „világít” ilyenkor a víz! Csendes időben, letisztult vízben a vízből visszaverődő fény értéke a beeső fénynek alig 2—3%-át, vagy télen jég alatt még ennél is kisebb tört részét teszi csupán ki. Az R%, valamint a vízfény értéke akkor kicsi, amikor a víz kevésbé zavaros, vagyis, ha a  $T_k$  értéke nagy, és viszont akkor nagy, ha a  $T_k$  értéke kicsi.

A  $T_k$ -t, vagyis a transzmissziós koefficiens — amint említettük (51. oldal) kétféleképpen határoztuk meg: 1. fotocellával ( $T_{kc}$ ) és 2. stufóval ( $T_{ks}$ ). Bár a két  $T_k$ -érték között lényeges eltérések mutatkoznak (8. táblázat  $T_{kc}-T_{ks}$ ; ULLYOTT és KNIGHT 1938), az adatokból mégis több általános következtetést vonhatunk le.

A legnagyobb  $T_k$ -értékeket télen, jég alatt és jégolvadás után a még fel nem kavart vízben észleltük, amikor a  $T_k$  állandóan 40% felett volt, sőt a jégpáncél alatt 70—72%-os értékeket is elért. Ezzel szemben nyáron a  $T_k$ -érték csak kivételesen emelkedett 35% és mindössze két alkalommal 41% fölé. Általában nyáron 2 és 20% között ingadoztak az értékek (1., 2. és 8. táblázat).

Fokozatos ülepedés ideje alatt (pl. nyáron július 25. és augusztus 1. közötti valamint télen december 20. és február 1. között) mind a  $T_{kc}$ , mind



a  $T_{ks}$ -értékek fokozatosan emelkedtek. Eközben a  $T_{ks}$  értékek emelkedése szinte matematikai pontossággal következett be, míg a  $T_{kc}$  értékek változása nem volt ilyen szabályos, bennük kisebb-nagyobb kiugrások fordultak elő. Ugyanezt tapasztaltuk egy csendes, nyárvégi napon, szeptember 12-én, amikor a  $T_{ks}$ -érték csendes időben  $10^h$ -tól  $18^h$ -ig óránként szinte pontosan 0,6%-kal emelkedett, de a  $T_{kc}$ -értékeknél kisebb ingadozás volt csupán észlelhető. A különbség a két érték lényegéből önként adódik, hiszen a  $T_{ks}$ -érték abszolút értéként fogható fel, melyet kizárólag a merített *mint*a fizikai és fiziko-kémiai viszonyai szabnak meg. Ezzel szemben a  $T_{kc}$ -értékeknél maga a víz *millió* is fontos szerepet játszik, ahol a napállás, a felhőborítottságban bekövetkező változás, a hullámozás okozta visszaverődési jelenségek stb. mind hozzájárulnak a transzmissziós koeficiensnek a terepen, vagyis magában a Balatonban bekövetkező változásához. Ezért szerintünk mindkét érték meghatározása indokolt és más-más kérdések megválaszolására alkalmas.

Igen érdekes pl. a június 29-i viharban különböző vízmélységre vonatkozó,  $T_k$ -értékek alakulása (1. ábra). Míg a  $T_{ks}$  értékek közel azonosak voltak, a  $T_{kc}$  értékek lefelé haladva a várakozás ellenére növekedtek és mintegy másfél m mélységben csaknem elérték a 100%-ot. Hasonló, bár lényegesen kisebb mértékű emelkedés a július 4-i vihar idején is észlelhető volt. Véleményünk szerint e jelenség magyarázatát a fényszóródásban kell keresnünk. A fényszóródás ugyanis e rendkívül zavaros vízben oly méreteket öltött, hogy a vizsgált mélységekbe (2–3 m) több fény juthatott indirekt úton szórt fény mint közvetlen napfény formájában.

A  $T_k$ -értékekből — kevés kivétellel a  $T_{ks}$ -értékekből — határoztuk meg grafikus úton a WHITNEY-féle totális extinkciós koeficiens (k), mely alkalmas a lebegő részecskékre vonatkoztatott abszorpciós ( $a_p$ ) és visszaverődési koeficiens ( $s_p$ ) meghatározására, továbbá a lebegő részecskékről visszaverődő és az ezektől elnyelt fény ( $P_s$  ill.  $P_a$ ) %-os arányának a megállapítására (8. táblázat).

Az  $s_p$ -értékek] a víz effektív zavarosságának mértékétől függenek. Így a legzavarosabb vízben a legmagasabbak (augusztus 2., december 5., Alsóórs, december 20. stb.) és a legtisztább vízben a legalacsonyabbak (január 31-től február 7-ig). Az  $s_p$ -értékek nyártól a befagyásig kevés kivételtől eltekintve (pl. szeptember 12.) 0,8–6,2 között, a befagyástól az első tévégi viharig pedig 0,002–0,37 között ingadoztak.

Az  $a_p$ -értékek is alacsonyabbak télen a jég alatt és a jégpáncél feloldása utáni időben a még fel nem kavart vízben, mint nyáron vagy ősszel a hígvízen (minimum 0,195 február 15-én és maximum 2,928 december 16-án).

A  $P_s$  és  $P_a$  értékek összege természetesen 100. A legnagyobb  $P_s$ -értéket egy nyári vihar után (augusztus 2-án 85,73) és egy téli vihar után (december 20-án 85,71) mértük, míg a legalacsonyabb  $P_s$ -értéket télen jég alatt kaptuk (január 26-án hó alatt 6,05 és február 2-án, hóolvadás után 0,73).

A  $T_k$ -értékekből számítottuk ki azt a vízmélységet, ahová a vízbe jutó fénynek 10%-a hatol le ( $1/\beta_{vc}$  és  $1/\beta_{vs}$ ). Ez a mélység a  $T_k$ -értékek erős ingadozása következtében erősen változik. Zavaros vízben alig 45–60 cm, míg letisztult vízben télen meghaladja a 7 m-t is (8. táblázat).

A fényelnyelés és a fényvisszaverődés és fényszóródás jelenségeinek részletes tanulmányozása a jövő feladata.

8. táblázat — Tabelle 8

A Balaton-víz fényáteresztésének és fényvisszaverésének évszakos és napszakos ingadozása

Dátum	Ég	Á	Lux Om	Vizl.	R%	$\overline{T_{kc}}$	$\overline{T_{ks}}$	$T_{kc}-T_{ks}$	k	$1/\overline{\beta_{oc}}$	$1/\overline{\beta_{os}}$	sp	ap	Ps	Pa	
VII. 4.	○	40	12 800	1 710	13,36	24,2	4,9	19,3	3,50	1,62	0,76	2,806	2,043	57,87	43,13	
VII. 14.	○	40	11 125	710	6,38	31,5	6,0	24,5	3,40	1,99	0,82	1,280	2,730	31,92	68,08	
VII. 15.	○	58	9 070	910	10,03	31,5	17,7	13,8	2,02	1,99	1,38	1,195	1,393	46,19	53,81	
VII. 16.	○	78	10 800	1 020	9,44	41,7	27,7	14,0	1,50	2,63	1,79	0,835	1,052	44,25	55,75	
VII. 25.	●	37	2 400	230	9,58	5,6	2,0	3,6	3,90	0,80	0,59	2,261	2,713	45,46	54,54	
VII. 29.	○	50	13 000	1 020	7,85	17,2	7,8	9,4	3,12	1,31	0,90	1,445	2,369	37,89	62,11	
VII. 31.	○	120	15 500	1 260	7,20	41,0	20,5	20,5	1,95	2,58	1,45	0,935	1,453	39,15	60,85	
VIII. 2.	○	35	12 000	3 030	25,25	13,7	2,4	11,3	4,10	1,16	0,62	6,108	1,020	85,73	14,27	
VIII. 4.	○	40	8 880	1 370	16,74	7,2	2,6	4,6	3,85	0,88	0,63	3,802	1,920	66,45	33,55	Ábrahám-hegy strand
VIII. 4.	○	42	9 840	800	8,13	12,2	5,2	7,0	3,45	1,10	0,77	1,655	2,593	38,96	61,04	Tóközép
VIII. 4.	○	44	8 880	1 000	11,26	19,9	12,6	7,3	2,62	1,45	1,11	1,741	1,719	50,32	49,68	Szabadságtelep strand
VIII. 4.	○		3 000	176	3,03	18,0	15,3	2,7	2,33	1,35	1,24	0,417	2,090	16,63	83,37	Zalatorok
IX. 12.	○	80	6 150	1 140	18,54	34,5	30,9	3,6	1,33	2,19	1,97	1,455	0,573	71,74	28,26	8 <sup>h</sup>
IX. 12.	○	83	8 560	800	9,35	35,0	29,3	5,7	1,40	2,21	1,88	0,772	0,964	43,96	56,04	10 <sup>h</sup>
IX. 12.	○	85	7 920	570	7,20	31,5	31,3	0,2	1,30	1,99	1,98	0,552	0,994	35,71	64,29	12 <sup>h</sup>
IX. 12.	○	85	5 500	540	9,82	35,7	32,7	3,0	1,23	2,27	2,08	0,552	1,005	35,45	63,55	14 <sup>h</sup>
IX. 12.	○	85	3 100	200	6,45	30,4	33,4	3,0	1,18	1,94	2,12	0,449	0,925	32,68	67,32	16 <sup>h</sup>
IX. 12.	—	65	—	0	—	—	34,4	—	—	2,18	—	—	—	—	—	18 <sup>h</sup>
XII. 5.	○	120	5 880	410	6,97	50,9	31,6	19,3	1,29	3,40	2,03	1,398	2,672	34,35	65,65	Tiszta víz
XII. 5.	○	70	5 400	1 050	19,44	36,7	13,6	23,1	2,53	2,33	1,16	2,902	1,048	74,47	26,53	Zavaros víz eleje
XII. 5.	○	55	7 600	1 230	16,18	25,3	13,6	13,7	2,53	1,68	1,16	2,415	1,292	65,15	34,85	Zavaros víz közepe
XII. 5.	○	60	5 300	970	18,30	29,7	10,7	19,0	2,82	1,90	1,03	3,045	1,262	70,60	29,40	Zavaros víz vége
XII. 5.	○	115	5 000	460	9,20	42,1	27,1	15,0	1,51	2,74	1,76	0,834	1,055	44,15	55,85	Padka széle tiszta víz
XII. 5.	○	100	4 950	770	15,46	25,7	12,2	13,5	2164	1,72	1,15	2,408	1,406	63,14	36,86	Padka felett zavaros
XII. 5.	○	20	2 560	570	22,30	0,014	—	—	4,20	0,26	—	5,526	1,410	79,69	20,31	Alsóörs sekély víz

XII. 15.	○	45	2 570	320	12,45	12,3	1,9	10,4	3,90	1,10	0,60	2,865	2,436	54,05	45,95	
XII. 16.	○	50	4 330	340	7,85	14,7	2,5	12,2	3,85	1,20	0,69	1,785	2,928	37,87	62,13	
XII. 17.	○	45	3 140	200	6,37	14,3	4,1	10,2	3,60	1,18	0,73	1,353	2,894	31,86	68,14	
XII. 19.	○	30	8 900	1 600	18,00	6,7	0,8	5,9	4,07	0,86	0,48	4,322	1,879	72,39	27,61	
XII. 20.	○	38	11 100	2 800	25,23	12,8	0,6	12,2	4,15	1,12	0,45	6,178	1,030	85,71	14,29	
XII. 21.	○	50	11 500	2 800	24,35	13,8	5,0	8,8	3,50	1,27	0,78	5,028	0,855	84,03	15,97	
I. 5.	○	80	6 600	290	4,39	36,3	25,3	11,0	1,62	2,30	1,68	0,420	1,381	23,32	76,68	
I. 11.	○	100	6 400	970	16,17	42,4	29,0	13,4	1,40	2,68	1,87	1,336	0,702	65,55	34,45	
I. 13.	●	100	9 480	1 710	18,59	46,1	35,30	10,8	1,10	3,01	2,25	1,206	0,464	72,22	27,78	
I. 16.	●	100	10 000	1 230	12,30	44,4	38,71	5,7	0,99	2,88	2,47	0,718	0,601	54,45	45,55	
I. 23.	●	115	8 900	1 200	13,33	55,8	39,90	11,9	0,94	3,95	2,56	0,739	0,541	57,76	42,24	Jég
I. 24.	●	120	3 310	60	1,81	45,1	40,0	5,1	0,94	2,93	2,56	0,100	0,860	10,42	89,58	
I. 26.	○	170	9 000	150	1,67	46,7	50,0	-3,3	0,62	3,05	3,02	0,061	0,948	6,05	94,95	Hó a jégén
I. 27.	○	180	5 680	550	9,69	61,4	63,0	-1,6	0,40	4,65	4,98	0,229	0,255	47,31	52,69	
I. 31.	○	256	9 520	320	3,36	61,5	62,3	-0,8	0,40	4,68	4,80	0,079	0,331	19,27	80,73	
II. 1.	●	250	—	—	—	—	72,0	—	0,28	—	7,01	—	—	—	—	
II. 2.	○	280	6 320	10	0,16	72,0	70,9	1,1	0,29	7,01	6,70	0,002	0,249	0,73	99,27	Hó elolvadt
II. 7.	●	270	6 422	218	3,41	59,1	73,6	-14,5	0,26	4,35	7,10	0,052	0,204	20,31	79,69	
II. 13.	○	190	4 230	370	8,75	56,6	56,2	2,4	0,49	4,25	4,00	0,250	0,330	43,17	56,83	Jég elment
II. 14.	○	160	12 320	1 490	12,31	61,5	56,2	5,3	0,51	4,68	4,00	0,368	0,293	55,70	44,30	
II. 15.	○	220	12 220	1 460	12,07	65,7	65,7	0,0	0,35	5,40	5,40	0,248	0,195	56,00	44,00	
II. 16.	○	190	10 830	1 370	12,65	64,9	62,9	2,0	0,40	5,29	4,95	0,299	0,220	57,61	42,39	
II. 17.	○	165	14 200	1 000	8,73	60,6	46,7	13,9	0,72	4,55	3,05	0,371	0,504	42,38	57,62	
II. 19.	○	160	14 900	2 570	17,25	61,5	43,5	2,0	0,82	4,68	5,04	0,835	0,372	69,18	30,82	
II. 21.	●	155	9 200	710	7,47	57,2	54,5	2,7	0,53	4,08	3,81	0,234	0,383	37,86	62,14	
II. 23.	●	150	4 400	200	4,55	53,5	—	—	0,56	3,66	—	0,150	0,455	24,79	75,81	8 <sup>h</sup>
II. 23.	●	160	8 560	460	5,37	58,5	—	—	0,47	4,25	—	0,149	0,365	28,99	71,01	10 <sup>h</sup>
II. 23.	●	160	9 330	340	3,64	57,3	—	—	0,48	4,13	—	0,103	0,398	20,56	79,44	12 <sup>h</sup>
II. 23.	●	160	8 560	400	4,67	54,6	—	—	0,55	3,77	—	0,152	0,444	27,84	72,16	14 <sup>h</sup>
II. 23.	●	160	1 110	36	3,24	47,0	—	—	0,72	3,11	—	0,138	0,621	11,61	88,39	16 <sup>h</sup>
II. 28.	○	160	8 250	910	11,03	60,0	—	—	0,44	4,49	—	0,286	0,267	51,72	48,28	8 <sup>h</sup>
II. 28.	○	160	16 400	1 380	8,41	61,3	—	—	0,42	4,63	—	0,208	0,286	42,10	57,90	10 <sup>h</sup>
II. 28.	○	160	23 000	1 300	5,65	64,3	—	—	0,37	5,16	—	0,123	0,279	30,60	69,40	12 <sup>h</sup>
II. 28.	○	160	13 520	980	6,80	57,8	—	—	0,48	4,12	—	0,193	0,353	35,35	64,65	14 <sup>h</sup>
II. 28.	○	160	2 230	60	2,69	34,5	—	—	1,13	2,20	—	0,179	1,010	15,05	84,95	16 <sup>h</sup>
III. 2.	○	80	23 200	4770	19,27	44,8	32,0	12,8	1,27	2,90	2,03	1,444	0,517	73,64	26,36	
III. 10.	○	85	26 200	3760	15,67	46,9	19,5	27,4	2,00	3,06	1,42	1,849	1,045	63,89	36,11	

## Jelmagyarázat a 8. táblázathoz

Dátum = mérés időpontja

Eg = felhőzet mértéke. 1. ○ = derült idő, napsütés; 2. ☉ = derült ég, fátyolos napsütés; 3. ☁ = változó felhőzet; 4. ● = borult ég; 5. ⊙ = köd

A = Secchi-koronggal mért átlátszóság cm-ben

Lux 0m = a víz felületén vízszintesen mérhető fényintenzitás

1 Lux = a fényintenzitás egysége = 1/84 000 cal/cm<sup>2</sup>/min

Vízf. = vízfény Lux-ban

$$R \% = \text{a vízfény hány \% - a beeső fénynek} = \frac{I_{\text{vízf}} \cdot 100}{I_{\text{beeső fény}}} = \frac{100 \text{ vízf}}{\text{Lux 0 m}}$$

$$T_k = \text{transzmissziós koefficiens} = \frac{100 I_m + 1}{I_m}$$

T<sub>kc</sub> = Fényelemmel mért és a Balatonban a természetes környezetben meghatározott fényáteresztő képesség

T<sub>ks</sub> = stufóval a laboratóriumban, merített vízmintában meghatározott transzmissziós koefficiens

β<sub>v</sub> = Bunsen-féle vertikális extinkciós koefficiens = 2 - log T<sub>k</sub>

1/β<sub>v</sub> = Bunsen-féle vertikális extinkciós koefficiens reciprok értéke = az a vízmélység m-ben, ahová a beeső fénynek még 10% -a jut le

1/β<sub>vc</sub> = 1/β<sub>v</sub>, fényelemmel mérve

1/β<sub>vs</sub> = 1/β<sub>v</sub>, stufóval mérve

$$k = \text{Whitney-féle totális extinkciós koefficiens} = a_w + \frac{s_w}{2} + a_p + \frac{s_p}{2}$$

a<sub>w</sub> = a vízre vonatkoztatott abszorpciós koefficiens

s<sub>w</sub> = a vízre vonatkoztatott visszaverődési koefficiens

$$a_p = \text{a lebegő részekre vonatkoztatott abszorpciós koefficiens} = \frac{100 s_p}{P_s} - s_p = k(1 + F^{(b)} R/2) - 0,03 - s_p$$

s<sub>p</sub> = a lebegő részekre vonatkoztatott visszaverődési koefficiens = F<sup>(b)</sup> · k · R

$$P_s = \text{a lebegő részektől visszaverődő fény \% - a} = \frac{F^{(b)} \cdot k \cdot R}{k[1 + F^{(b)} \cdot R/2] - 0,03} = \frac{100 s_p}{a_p + s_p}$$

P<sub>a</sub> = a lebegő részekről elnyelt fény \% - a = 100 - P<sub>s</sub>

F<sup>(b)</sup> = 5,9, ha a napfény és égfény közepes úthossza 118-ra tehető. Számításainknál ezt az értéket vettük alapul

+K = Sauberer-féle optikai jellemző. Ez egy háromjegyű szám, melynek első számjegye 4000 Å mellett adja meg a víz T<sub>k</sub>-jának 10% -át, a 2. és 3. számjegy az 5000, ill. 6000 Å hullámhosszú fényre vonatkozik

## Erklärung zur Tabelle 8

Datum = Zeitpunkt der Messung,

Eg = Mass der Bewölkung 1. ○ = heiter, Sonnenschein; 2. ○ = wolzig; 3. ☁ = wächselnde Bewölkung; 4. ● = bedeckt; 5. ⊙ = Nebel,

A = Secchi-Durchsichtigkeit in cm,

Lux 0m = Die an der Wasseroberfläche horizontal gemessene Lichtintensität,

1 Lux = Einheit der Lichtintensität = 1/84 000 cal/cm<sup>2</sup>/min,

Vízf. = Unterlicht in Lux

$$R \% = \text{Unterlicht in \% des einfallenden Lichtes} = \frac{I_{\text{Unterlicht}} \cdot 100}{I_{\text{einfallendes Licht}}} = \frac{100 \text{ Unterlicht}}{\text{Lux 0m}}$$

$$T_k = \text{Transmissionskoeffizient} = \frac{100 I + 1}{I_m}$$

T<sub>kc</sub> = Wasserdurchsichtigkeit des Balaton bestimmt mit Photozelle, in natürlicher Umgebung,

T<sub>ks</sub> = Transmissionskoeffizient bestimmt im Laboratorium mit Stufenphotometer, in einer geschöpften Wasserprobe,

β<sub>v</sub> = Vertikale Extinktionskoeffizient nach Bunsen = 2 - log T<sub>k</sub>,

1/β<sub>v</sub> = Reziproker Wert des Extinktionskoeffizienten nach Bunsen = jene Tiefe des Wassers, wohin 10% des einfallenden Lichtes eindringt

1/β<sub>vc</sub> = 1/β<sub>v</sub>, gemessen mit Photozelle,

$1/\beta_{vs} = 1/\beta_v$ , bestimmt mit Pulfrich-Stufenphotometer,

$k =$  Totale Extinktionskoeffizient nach Whitney  $= a_w + \frac{s_w}{2} + a_p + \frac{s_p}{2}$ ,

$a_w =$  Absorptionskoeffizient auf Wasser gerechnet,

$s_w =$  Reflexionskoeffizient auf Wasser gerechnet,

$a_p =$  Absorptionskoeffizient auf schwebende Teilchen gerechnet  $=$

$$\frac{100 s_p}{P_s} - s_p - k(1 + F_{(b)} R/2) - 0.03 - s_p.$$

$P_s =$  % des von den schwebenden Teilchen reflektierten Lichtes  $=$

$$= \frac{F_{(b)} \cdot k \cdot R}{k(1 + F_{(b)} \cdot R/2) - 0.03} = \frac{100 s_p}{a_p + s_p}$$

$P_a =$  % des von schwebenden Partikelchen absorbierten Lichtes  $= 100 - P_s$ .

$F_{(b)} = 5,9$ , imfalle die mittlere Weglänge der Sonnenstrahlung und Himmelstrahlung auf 118 cm gestellt werden kann.

+K = Sauberere optische Wert der Gewässer. Eine dreiziffrige Zahl, dessen erste Ziffer 10% des  $T_k$ -Wertes bei 4000 Å, zweite Ziffer bei 5000, und dritte Ziffer bei 6000 Å Wellenlänge angibt.

9. táblázat — Tabelle 9

Fénymérés színszűrőkkel a szokásos gyűjtőhelyen, az intézet előtt 300 m-re a nyílt vízen

		BG 12	VG 9	GG 7	RG 2	O	Lux Om
II. 16. 12 <sup>15</sup>	%	9,2	21,4	66,6	2,8	100	10 830
	Lux 3 m	339	791	2465	105	3050	
Ég	d%	10,6	34,8	32,9	15,5	28,2	
Szél 2—3 W	$T_{kc}$	47,8	71,1	69,9	54,2	64,9	
Secchi 190	$1/\beta_v$	3,12	6,76	6,43	3,562	5,33	
II. 17. 12 <sup>15</sup>	%	7,5	18,7	73,2	0,7	100	14 200
	Lux 3 m	157	394	1542	14	2220	
Ég	d%	6,1	16,0	22,8	2	15,6	
Szél 2 W	$T_{kc}$	38,3	54,6	60,7	35,9	60,6	
Secchi 170	$1/\beta_v$	2,50	3,81	4,61	2,25	4,60	
II. 19. 13 <sup>00</sup>	%	9,7	17,3	72,5	0,5	100	14 900
	Lux 3 m	339	606	2535	18	3498	
Ég	d%	8,3	16,8	28,4	1,9	24,0	
Szél 3 W	$T_{kc}$	43,8	54,7	66,4	41,3	61,5	
Secchi 160	$1/\beta_v$	2,79	3,82	5,62	2,60	4,74	
II. 21. 14 <sup>5</sup>	%	4,7	21,9	73,0	0,4	100	9 200
	Lux 3 m	70	330	1098	6,7	1505	
Ég	d%	3,4	18,2	22,2	1,8	17,0	
Szél 2.5 W	$T_{kc}$	35,4	56,7	62,7	26,2	57,2	
Secchi 155	$1/\beta_v$	2,22	4,06	4,93	1,72	4,12	
III. 10. 11 <sup>30</sup>	%	5,6	21,5	70,6	2,3	100	26 200
	Lux 3 m	187	717	2351	77	2706	
Ég	d%	3,1	11,7	13,7	3,5	10,3	
Szél 2.2 S	$T_{kc}$	31,4	48,2	52,2	34,2	47,0	
Secchi 85	$1/\beta_v$	1,99	3,15	3,54	2,15	3,05	

BG 12 = kék SCHOTT-szűrő; VG 9 = zöld SCHOTT-szűrő; GG 7 = sárga SCHOTT-szűrő; RG 2 = vörös SCHOTT szűrő



hogy belőlük a tó vizének optikai tulajdonságait a különböző fényhullám-hosszak tekintetbe vételével jellemezzük, máris kitűnik az eddigiek alapján, hogy a Balatonvíz K értéke — vagyis a SAUBERER-féle optikai jellemző\* —

10. táblázat — Tabelle 10

Különböző állóvizek fényáteresztőképességének összehasonlítása

	d% 1 m			d% 2 m			d% 3 m		
	max.	min.	$\frac{\text{max.}}{\text{min.}}$	max.	min.	$\frac{\text{max.}}{\text{min.}}$	max.	min.	$\frac{\text{max.}}{\text{min.}}$
Balatonnyílt víz	87,8	3,8	23,1	54,4	0,21	259	34,7	$1 \cdot 10^{-4}$	$347 \cdot 10^3$
Balaton sekély víz	80	$14 \cdot 10^{-3}$	$5,7 \cdot 10^3$						
Bikalegelő-tó	8	$1 \cdot 10^{-35}$	$8,0 \cdot 10^{35}$						
Lake Erie	65	6	10,8	52	0,6	86,6	41	$49 \cdot 10^{-3}$	837
Lake Mendota	0	2,1	14,2	17	3,4	5	11,2	1,1	10,2
Lago Maggiore	88	69	1,3	75,7	47,6	1,6	65,9	32,9	1,7

éppen a zavarosság nagymértékű ingadozása következtében erősen változik. FELFÖLDY—KALKÓ adataiból kiszámítva a K érték 1957 augusztusában kb. 233, októberben a „tisztá” vízben 243, a „szőke vízben” 010 volt. Saját adataink szerint februárban, tiszta vízben 576-ra volt tehető ez az érték, mely azonban már egyetlen erős szél hatására erősen lecsökken (pl. március 2-án 354 volt). Ezekből nyilvánvaló, hogy a SAUBERER-féle K érték a Balaton optikai jellemzésére általánosságban nem alkalmas, legfeljebb bizonyos vízzavarossági viszonyok vagy folyamatok jellemzésére használható fel.

8. ábra. Néhány tó fényviszonyainak összehasonlítása. Abszcissza: d%. Ordináta: Vízmélység m. Vastag vonalak = maximális értékek; vékony vonalak = minimális értékek.

- = Balaton, mélyvíz (szerző adatai)
- = Balaton, sekély víz (szerző adatai)
- = Bikalegelő-tó (DVIHALLY 1958 nyomán)
- ..... = Erie-tó (CHANDLER 1942 nyomán)
- ..... = Lake Mendota (BIRGE és JUDAY 1928—1932 nyomán)
- ..... = Fertő-tó (SAUBERER 1953 nyomán)
- ..... = Lago Maggiore (VOLLENWEIDER 1956 nyomán)

O = szűrő nélkül; V = zöld szűrővel; B = kék szűrővel; R = vörös szűrővel

Abb. 8. Vergleichung der Lichtverhältnisse einiger Seen. Abszisse: d%; Ordinate: Wassertiefe in m.

Dicke Striche: Maximalwerte; dünne Striche: Minimalwerte.

- Balaton, tiefes Wasser (Angaben der Verfasser);
- Balaton, seichtes Wasser (Angaben der Verfasser);
- Bikalegelő-See (nach DVIHALLY 1958);
- ..... Erie-See (nach CHANDLER 1942);
- ..... Lake Mendota (nach BIRGE und JUDAY 1928—1932);
- ..... Neusiedler-See (nach SAUBERER 1953);
- ..... Lago Maggiore (nach VOLLENWEIDER 1956);

O = ohne Filter; V = mit grünem Filter; B = mit blauem Lichtfilter; R = mit rotem Lichtfilter.

\* A Sauberer-féle K-érték 1. táblázatmagyarázat.

## 6. A Balaton és néhány más állóvíz fényáteresztőképességének összehasonlítása

A balatoni adatokat összehasonlítottuk egy alföldi egészen sekély (maximális mélység 1 m) szikes víz, a Bikalegelő-tó (DVIHALLY 1958) és az Erie-tó nyugati részének aránylag sekély (maximális mélység 16 m), a szél által felkavarodó vizének adataival (CHANDLER 1942), a Fertő-tó adataival (SAUBERER 1953), továbbá egy kis tó, a Lake Mendota (BIRGE és JUDAY 1929, 1930, 1931, 1932) és a mélyvízű és nagyvízfelületű Lago Maggiore adataival (VOLLENWEIDER 1956).

Az összehasonlításból (8. ábra és 10. táblázat) kitűnik, hogy a maximális fényáteresztőképesség és a vízmélység között nincsen feltétlen egyenes összefüggés, noha a mélyebb tavak vizében a  $d\%$  értékek általában magasabbak mint a sekély tavakban. Az átlátszóság maximális értékeinek kialakulásában a mélység mellett a víz kemizmusa és a plankton is fontos szerepet játszik. Az átlátszóság erős csökkenését és így a minimális  $d\%$  értékek kialakulását azonban döntően a vízmélység befolyásolja. A sekély vizeket — kellő nagyságú vízfelület esetén — a szél fenekestől felforgatja. A felzavarodás — azonos fenéküledék mellett — a vízmélység csökkenésével arányosan csökken. A vizsgált vizek közül legkisebb a zavarosság a mélyvízű Lago Maggioreban (1 m mélységben a  $d\%=69$ ). Már egy nagyságrenddel erősebb az Erie-tó 10–16 m mélységű nyugati felében (1 m mélységben a  $d\%=6$ ). Ehhez hasonló a Balaton, ahol a mély vízben a mért legerősebb zavarosság — vagyis a legkisebb fényáteresztőképesség — a nyílt vízben 3,8; sekély vízben azonban ennél sokkal szélsőségesebb értékeket kapunk (1 m mélységben egy alkalommal pl.  $d\%=1,4 \times 10^{-2}$  volt). Az összehasonlító anyagban a legerősebb zavarosság azonban egy sekély alföldi szikes vízben, a Bikalegelő-tóban volt mérhető (1 m mélységben  $d\%=1,10^{-35}$ ), ahol gyakorlatilag csupán néhány cm mélységbe hatolt le mérhető mennyiségű fény. Ebből az is következik, hogy a mélyvízű tavakban a maximális és minimális fény mennyiségnek hányadosa kicsi (pl. Lago Maggioreban 1,3). A sekélyebb vizekben ez az érték nő és maximális értékeket az egészen sekélyvízű, szikes tócsákban érhet el (pl. 8.10<sup>35</sup>).

A 8. ábrából az is kitűnik, hogy milyen széles skálán változik a Balaton-víz fényáteresztőképessége, mely megközelíti, sőt esetleg el is érheti a Lago Maggiore átlátszóságát. Ugyanakkor a Balaton sekély vízterületén a víz erős viharban megközelíti a legzavarosabb szikes vizek rendkívül alacsony fényáteresztő képességét. A Balaton nyílt vizének fényviszonyai emlékeztetnek az Erie-tóban talált viszonyokra (CHANDLER 1942), de valószínűleg nagyon emlékeztetnek a Fertő-tó optikai tulajdonságaira (SAUBERER 1953).

Befejezésül köszönetünket fejezzük ki mindazoknak, akik munkánk folyamán segítségünkre voltak. Külön ki kell emelnünk BOSKÓ SAROLTA gimnáziumi tanulót, aki a nyári méréseknél és meghatározásoknál közel két hónapon át szorgalmas munkával segített önzetlenül vizsgálatainkban, FENYVESI KÁROLY intézeti asszisztentst, aki a helyi meteorológiai megfigyelő-állomás adatait volt szíves rendelkezésünkre bocsátani és azok felhasználásánál volt segítségünkre, Baranyai Ferenc és Dobos Gyula intézeti laboránsokat, akik derekasan közreműködtek fáradságos és nem egyszer komoly veszélyt jelentő terepmunkánknál.



### Összefoglalás

A Balaton optikai tulajdonságainak pontos megismerése igen fontos az elsődleges termelés, a Balaton feliszapolódása és általában a tavi élet problémáinak tisztázása szempontjából. Méréseinket a terepen SECCHI-koronggal és fotocellával, a laboratóriumban pedig PULFRICH-féle stufenfotométerrel (stufóval) és meritett minták ülepítésével végeztük. Az eredmények megerősítették a Balaton-víz erős optikai labilitására vonatkozó eddigi megállapításokat (ENTZ 1949—1950, FELFÖLDY és KALKÓ 1958, GÄRTNER 1929, LUDÁNY és PÁTER 1929 és ULLYOTT és KNIGHT 1938), továbbá azt, hogy a tóvíz fényáteresztőképességét döntően a vízben lebegő szeszton (túlnyomórészt abioszeszton) befolyásolja. A méréseket két időszakban, nyáron (1960 június 27 és szeptember 12. között) (1—2. és 3. táblázat) és késő ősszel, illetőleg a tél folyamán végeztük (1960 december 1-től 1961 március 10-ig; 4—6. táblázat).

A Balaton-víz átlátszóságának a csökkenését döntően a szél (2. és 5. ábra), illetőleg a szél okozta hullámozás — annak erőssége és tartóssága — és a vízmélység (4. ábra és 2. táblázat) befolyásolják. Már egészen gyenge szél (1—2 m/sec) okozta hullámozás is csökkenti a víz átlátszóságát, a 4 m/sec-os szélerősség csupán olyan körülményeket teremt, melyek ha huzamos ideig tartanak, a tóvíz szemmel jól látható, hirtelen felzavarodásához vezetnek. Sekély vízben már egészen enyhe szél is igen erős zavarosságot idézhet elő. Erős vihar hatására nem csupán a zavarosságot előidéző felkavart iszapszemecskék száma növekedik, hanem az iszapszemecskék fel is aprózódnak, ami a zavarosságot tovább fokozza.

A szélhatás és a vízmélység következtében „tisztá” vízü és „zavaros” vagy „szóke” vízü párszáz váltakozhatnak a Balatonban (4. táblázat). A Balaton-víz letisztulását a szél és a vízmélység mellett valószínűleg a fényviszonyok is befolyásolják. Hirtelen vihar után gyakran igen gyors az ülepedés. Már kis szél erősen lassítja a víz letisztulását, de tartós széleszélben is csak akkor gyors a víz tisztulása, ha napsütéses idő uralkodik. Boros, ködös időben a víz sokáig egészen „tejszerű”-en zavaros maradhat. A közvetlen napfény direkt vagy indirekt úton a felkavart iszaprézecskek (kolloidális iszap-szól) pelyhesedését mozdíthatja elő, ami gyors ülepedést eredményez. Az ülepedés menetében tél és nyár között lényeges különbséget megállapítani nem sikerült (8. táblázat). Csupán hóborította jég alatt figyeltük meg, hogy a lebegő részek mennyiségi csökkenése mellett minőségi változás is bekövetkezhet. A sósavval oldható részek (jórészt biogén mész) csaknem eltűntek a vízből, valószínűleg az asszimilációs folyamatok gátlása következtében. Ekkor feltehetően megszűnt a tó vizére különben jellemző biogén mészkiválás, és a tartós sötétségben a már kivált lebegő mész oldódása következett be (6. ábra). Ez a jelenség analóg a nádasok belsejében bekövetkező vitzisztulással.

Horizontálisan a Balaton-víz zavarossága — a Zalatoroktól és a beömlő többi víz torkolatától eltekintve — lényeges eltérést nem mutat (3. ábra).

A Balaton fényklímája a víz erős zavarossága következtében egészen eltér a hőklímájától. Attól eltekintve, hogy pl. 1960 júliusában a normálisnál jóval kevesebb, 1961 februárjában pedig jóval több fény érte a tó felszínét, a vízben 1 m-nél nagyobb mélységben télen átlagban abszolút értelemben is több, sőt lényegesen több fény hatol le mint nyáron (7. ábra és 7.

táblázat). Ennek magyarázatát a nyári szeles időjárás okozta gyakori vízfelzavarodás, illetőleg a téli csendesebb, sőt a jég alatt szinte mozdulatlan vízviszonyokban kell keresnünk.

A Balaton zavaros vizében igen erős a vízfény, mely a beeső fény 25%-át is meghaladhatja. Az erős zavarosság igen erős fényszóródást okozhat, ami a mélyebb vízrétegekben a zavaros vízben különös fényviszonyok kialakulására vezethet. A transzmissziós koefficiens mellett — mely a lebegő részek mennyiségéről is tájékoztatást nyújt — a terepen található tényleges, tehát biológiailag hatásos fényviszonyok megismerésére vízalatti fotocellás méréseket is végeztünk (1. ábra). A mérési adatokból a víz számos optikai jellemző állandóját is kiszámítottuk (8. táblázat).

Szinszűrőkkel is végeztünk méréseket (5. táblázat), melyek ugyan tájékozódó jellegűek voltak, de belőlük máris megállapítható volt, hogy a SAUBERER-féle optikai jellemző, a K érték a Balaton-víz általános optikai jellemzésére nem alkalmas.

Összehasonlítva a Balaton és — irodalmi adatok alapján — más állóvizek optikai tulajdonságait (8. ábra) kitűnt, hogy a tavak minimális fényáteresztő képességét döntően azok mélysége befolyásolja. Sekély vizekben esetleg csak néhány cm-re hatol le mérhető mennyiségű fény, míg mélyvízű tavakban még 5–10 m mélyen is mindig jelentős fényerő mérhető. A mérhető maximális és minimális fény, illetőleg a d% aránya mély tavakban a nyílt vizen alig 1–2, a szél által felkeveredő, de 3 m-nél mélyebb vizekben 10–30, míg ugyanazon tavak 2 m-nél sekélyebb részein és sekélyvízű kis tavakban (különösen szikes vizekben) óriási értékeket érhet el (10. táblázat).

#### IRODALOM

- ANDREWS, T. F. (1948): Temporary changes of certain limnological conditions in western Lake Erie produced by windstorm. — *Ecol.* **29**, 501–505.
- BACSÓ N.—KAKAS J.—TAKÁCS L. (1953): Magyarország éghajlata. *Budapest*.
- BERGER, F. (1958): Über die Ursache des Oberflächeneffekts bei Lichtmessungen unter Wasser. — *Wetter und Leben* **10**, 164–170.
- BIRGE, E. A. and CH. JUDAY (1929): Transmission of solar radiation by the waters of inland lakes. — *Trans. Wisc. Acad. Sci.* **24**, 509–580.
- BIRGE, E. A. and CH. JUDAY (1930): A second report on solar radiation and inland lakes. — *Trans. Wisc. Acad. Sci.* **24**, 285–335.
- BIRGE, E. A. and CH. JUDAY (1931): A third report on solar radiation and inland lakes. — *Trans. Wisc. Acad. Sci.* **26**, 383–425.
- BIRGE, E. A. and CH. JUDAY (1932): Solar radiation and inland lakes. Fourth report. Observations of 1931. — *Trans. Wisc. Acad. Sci.* **27**, 523–562.
- CHANDLER, D. C. (1942): Limnological studies of Western Lake Erie. II. Light penetration and its relation to turbidity. — *Ecol.* **23**, 41–52.
- CHOLNOKY J. (1900): A Balaton szintüneményei. — *A Balaton Tudományos Tanulmányozásának Eredményei I.* **5**, II. 1–58.
- DVIHALLY, Zs. T. (1958): Untersuchungen der selektiven Lichtabsorption in Natrongewässern vom Gesichtspunkt der Produktionsbiologie. — *Acta Biol. Acad. Sci. Hung.* **2**, 347–359.
- ENTZ, B. (1949–50): Some physical and chemical conditions of the water of Lake Balaton, investigated from Sept. 1948 to Apr. 1949. (Temperature, transparency, dissolved oxygen, pH and organic substances). — *Annal. Biol. Tihany* **19**, 69–81.
- ENTZ, G.† und O. SEBESTYÉN (1946): Das Leben des Balaton-Sees. — *Magy. Biol. Kut. Munk.* **16**, 179–411.
- FELFÖLDY L.—F. KALKÓ Zs. (1958): A vízalatti fényviszonyok és a fotoszintézis összefüggése a Balatonban 1957 nyarán. — *Annal. Biol. Tihany* **25**, 303–329.

- GÄRTNER I. (1929): A Balaton vizének zavarossága. — *Magy. Biol. Kut. Munk.* **2**, 186—191.
- HUTCHINSON, G. E. (1957): A treatise on Limnology. I. XII + 1—1015. *New York—London J. Wiley & Sons.*
- JERLOW, W. G. (1951): Optical studies of ocean waters. — Rep. swedish Deep Sea Expedition. Albatros III.
- KONOK I. (1961): Studies on the light- and dark-adaptation of the colour of the crayfish *Astacus leptodactylus* Eschscholz (Decapodes) controlled by the secretory activity of the central nervous system. *Annal. Biol. Tihany* **28**.
- LUDÁNY Gy. és PÁTER J. (1929): Fotometriás mérések a Balaton vizeben. — *Magy. Biol. Kut. Munk.* **2**, 174—179.
- MÜLLER S. (1929): A Balaton vizének vegyelemzése. — *Magy. Biol. Kut. Munk.* **2**, 145—156.
- SAUBERER, F. (1953): Der Wind-Einfluss auf die Trübung des Neusiedlersees. — *Wetter und Leben*. **5**, 200—203.
- SAUBERER, F. und A. SAUBERER (1945): Beiträge zur Kenntnis der optischen Eigenschaften der Kärntner Seen. — *Arch. Hydrobiol.* **41**, 259—314.
- SAUBERER, F. und O. HÄRTEL (1959): Pflanze und Strahlung. — *Leipzig, Akad. Vlg. Geest u. Portig.* IX. + 1—268.
- SCHMITZ, W. (1960): Lichtmessungen in Fließgewässern des deutschen und österreichischen Donaugebietes. — *Wetter und Leben* **12**, 323—340.
- SIEBECK, O. (1960): Untersuchungen über die Vertikalwanderung planktischer Crustaceen unter Berücksichtigung der Strahlungsverhältnisse. — *Int. Revue Ges. Hydrobiol.* **45**, 381—454.
- SIMON J. (1960): Beszámoló a Balaton-menti globálsugázmérésekről. — *Orsz. Meteorológiai Int. Hiv. Kiadv.* **23**, 82—86.
- STEINHAUSER, F. (1939): Die Zunahme der Intensität der Sonnenstrahlung mit der Höhe im Alpengebiet und die Verteilung der Trübung in den unteren Luftschichten. — *Met. Z.* **56**, 172. (cit. ap. SAUBERER—HÄRTEL 1959).
- STELCZER K. (1961): Szóbeli közl.
- TASS A. és WODETZKY J. (1931): Stella csillagászati Egyesületek Almanachja 1931-re. *Budapest.* 1—424.
- ULLYOTT, P. and F. C. E. KNIGHT (1938): Light penetration into Lake Balaton. — *Magy. Biol. Kut. Munk.* **10**, 254—268.
- VOLLENWEIDER, R. A. (1956): Das Strahlungsklima des Lago Maggiore und seine Bedeutung für die Photosynthese des Phytoplanktons. — *Mem. Ist. Ital. Idrobiol.* **9**, 293—362.
- WHITNEY, L. V. (1938): Microstratification of inland lakes. — *Trans. Wisc. Acad. Sci.* **31**, 155—173.
- WHITNEY, L. V. (1938a): Transmission of solar energy and the scattering produced by suspensoids in lake waters. — *Trans. Wisc. Acad. Sci.* **31**, 201—221.

ANGABEN ZUR KENNTNIS DES LICHTKLIMAS DES BALATON  
(Über die Ursache der Wassertrüben und deren Auswirkungen)

*Béla Entz und E. Margit Fillinger*

Zusammenfassung

Vom Standpunkt der primären Produktion, weiters zur Erklärung der Auffüllung des Balaton und im allgemeinen zur Bereinigung der verschiedenen Probleme des Seelbens ist ein genaues Erkennen der optischen Eigenschaften des Balaton äußerst wichtig. Wir haben unsere Messungen im Gelände mit der Secchi-Scheibe und Photozelle, im Laboratorium mit einem PULFRICH-Stufenphotometer (Stufo) und durch Sedimentierung aus dem See geschöpfter Proben gemessen. Die Ergebnisse haben die auf eine starke optische Labilität des Balatonwassers hinweisenden bisherigen Feststellungen (von ENTZ, 1949—50; FELFÖLDY et KALKÓ, 1958; GÄRTNER, 1929; LUDÁNY et PÁTER, 1929; endlich ULLYOTT et KNIGHT, 1938) bekräftigt, weiters auch die Feststellung erhärtet,

daß das im Wasser schwebende Seston (größtenteils Abioseston) die Lichtdurchlässigkeit des Seewassers weitgehend beeinflusst. Die Messungen wurden von uns in zwei Zeitperioden, und zwar im Sommer (zwischen dem 27. Juni 1960 und dem 12. September 1960) (siehe *Tabelle 1.*, 2. und 3.) und im Spätherbst bzw. im Laufe des Winters (vom 1. Dezember 1960 bis 10. März 1961) (siehe *Tabellen 4.*, 5. und 6.) durchgeführt.

Die Herabminderung der Durchsichtigkeit des Balatonwassers wird durch den Wind (siehe *Abb. 2* und *5*) beziehungsweise durch den vom Wind verursachten Wellengang und zwar durch dessen Stärke und Dauer, sowie durch die Tiefe des Wassers (siehe *Abb. 4* und *Tabelle 2*) entscheidend beeinflusst. Bereits ein durch einen ganz schwachen Windzug (1–2 m/sec) verursachter Wellengang mindert die Durchsichtigkeit des Wassers herab, eine Windstärke von 4 m/sec hat, — wenn sie längere Zeit andauert, — die Wirkung, daß das Seewasser mit freiem Auge recht gut wahrnehmbare, plötzliche Trübung erfährt. In seichtem Wasser kann bereits ein ganz schwacher Wind starke Trübung verursachen. Über Wirkung eines starken Sturmes steigert sich nicht bloß die Anzahl der die Trübung hervorbringenden, aufgewirbelten Schlammteilchen, sondern diese werden auch zerrieben und zerkleinert, welcher Umstand die Trübung nur noch steigert.

Infolge der Windwirkung und der Wassertiefe lassen sich im Balaton mehrweniger breite Streifen von »klar reinem« und »getrübtem« (sog. »blondem«) Wasser abwechselnd erkennen (s. *Tabelle 4*). Aber auch die Lichtverhältnisse haben einen wesentlichen Einfluß — nebst der Windwirkung und der Wassertiefe — auf die Abklärung des Wassers im Balaton. Nach einem plötzlichen Sturm ist häufig eine rasche Sedimentierung, ein Sichabsetzen der aufgewirbelten Schlammteilchen zu beobachten. Schon ein geringer Wind hindert die Abklärung des Wassers, doch geht diese auch bei anhaltender Windstille nur dann rascher vor sich, wenn Sonnenlicht vorherrscht. Bei wolkigem, nebligem Wetter kann das Wasser lange Zeit hindurch noch immer »milchartig« trübe verbleiben. Unmittelbares Sonnenlicht kann direkt oder indirekt die aufgewirbelten Schlammteilchen flockig werden lassen, was ein rasches Sichabsetzen derselben bewirkt. Ein wesentlicher Unterschied zwischen dem Verlauf der Sedimentierung zur Sommersbeziehungsweise Winterszeit konnte nicht festgestellt werden (s. *Tabelle 8*). Bloß unter schneebedecktem Eis konnte beobachtet werden, daß nebst einer quantitativen Verminderung der schwebenden Partikelchen auch eine qualitative Veränderung eintreten kann. Die in Salzsäure löslichen Teilchen (größtenteils biogener Kalk) verschwinden beinahe vollkommen, — vermutlich infolge der Behinderung der Assimilationsprozesse — aus dem Wasser. In diesem Falle hört vermutlich die für das Seewasser sonst charakteristische biogene Kalkausscheidung auf und in der anhaltenden Dunkelheit trat eine Lösung der bereits ausgeschiedenen schwebenden Kalkmengen ein (s. *Abb. 6*).

Dieser Vorgang ist mit der im Innern der Röhrichte sich abspielenden Wasserabklärung analog.

Horizontal zeigt die Trübung des Wassers im Balaton — abgesehen von der Mündung des Zalaflusses und der Einmündung der übrigen Gewässer — keine wesentliche Abweichungen (s. *Abb. 3*).

Das Lichtklima des Balaton weicht zufolge der starken Trübung des Wassers beträchtlich vom Wärmenklima ab. Abgesehen davon, daß z. B. im Juli 1960 beträchtlich weniger, im Februar 1961 wiederum beträchtlich mehr, als normalerweise, Licht die Oberfläche des Sees traf, dringt im Winter im allgemeinen mehr und sogar wesentlich mehr Licht tiefer als 1 m ins Wasser ein, als im Sommer (s. *Abb. 7* und *Tabelle 7.*). Die Erklärung hierfür kann in der durch die im Sommer häufigen Winde verursachte Wassertrübung bzw. in den Winter ruhigen, unter der Eisdecke sozusagen unbeweglichen Wasserverhältnissen gesucht werden.

Im trüben Wasser ist das Unterlicht sehr stark, welche sogar 25% des einfallenden Lichtes übersteigen kann. Die starke Trübung kann recht bedeutende Lichtstreuung verursachen.

Im trüben Wasser haben wir im Laboratorium mit Stufenphotometer zur Bestimmung des Transmissionskoeffizienten Messungen durchgeführt, welche auch über die Mengenverhältnisse der schwebenden Stoffe Auskunft geben. Darüber haben wir an Ort und Stelle zur Feststellung der im Balaton tatsächlich vorhandenen Lichtmenge mit Photozellen Messungen durchgeführt (*Abb. 1*). Aus den Meßergebnissen können etliche optische Charakterzüge des Wassers errechnet werden.

Wir haben auch Messungen mit Lichtfiltern (s. *Tabelle 5.*) vorgenommen, welche Messungen zwar bloß zur Orientierung dienen, aus welchen jedoch bereits festgestellt werden konnte, daß das Sauberersche optische Merkzeichen, der K-Wert, zur allgemeinen optischen Charakterisierung des Balatonwassers nicht geeignet ist.

Bei einer Vergleichung der optischen Eigenschaften des Balatonwassers und — auf Grund von Angaben aus der Literatur — anderer stehender Gewässer (s. *Abb. 8.*) ergab es sich, daß die minimale Lichtdurchlässigkeit der Seen durch ihre Tiefe entscheidend bestimmt wird. In seichte Gewässer mit schlammigen Boden dringt das Licht in meßbaren Mengen eventuell bloß einige cm tief ein, während in tiefen Gewässern auch noch in Tiefen von 5—10 m beträchtliche Lichtstärken gemessen werden können. Die meßbare maximale und minimale Lichtstärke bzw. deren prozentuelles Verhältnis beträgt in tiefen Seen im offenen Wasser kaum 1—2; in, vom Wind aufgewirbelten, jedoch in über 3 m tiefen Gewässern 10—30, wogegen in denselben Seen an seichteren, in solchen mit alkalischem Wasser riesige Werte erreicht werden können (*Tab. 10.*)

*Tabelle 1* : Lichtmessungen im Wasser des Balaton vom 27.6. bis zum 3.8.1960, bei Tihany, im offenen Wasser 300 m vor dem Ufer, in der Nähe des Biologischen Forschungsinstitutes

*Tabelle 2* : Horizontale Lichtmessungen im Balaton am 4.8.1960 von Tihany bis zur Zala-Mündung

*Tabelle 3* : Lichtmessungen an einem stillen Sommertage, am 12.9.1960, an der selben Stelle wie *Tab. 1*

*Tabelle 4* : Horizontale Lichtmessungen im Nordostbecken des Balaton zwischen Tihany und Zamárdi zur Zeit eines starken westlichen Sturmes

*Tabelle 5* : Lichtmessungen nach Winterstürmen

*Tabelle 6* : Lichtmessungen im offenen Balaton-Wasser vom 23.12.1960 bis zum 10.3.1961. Stelle der Messungen wie in *Tab. 1*

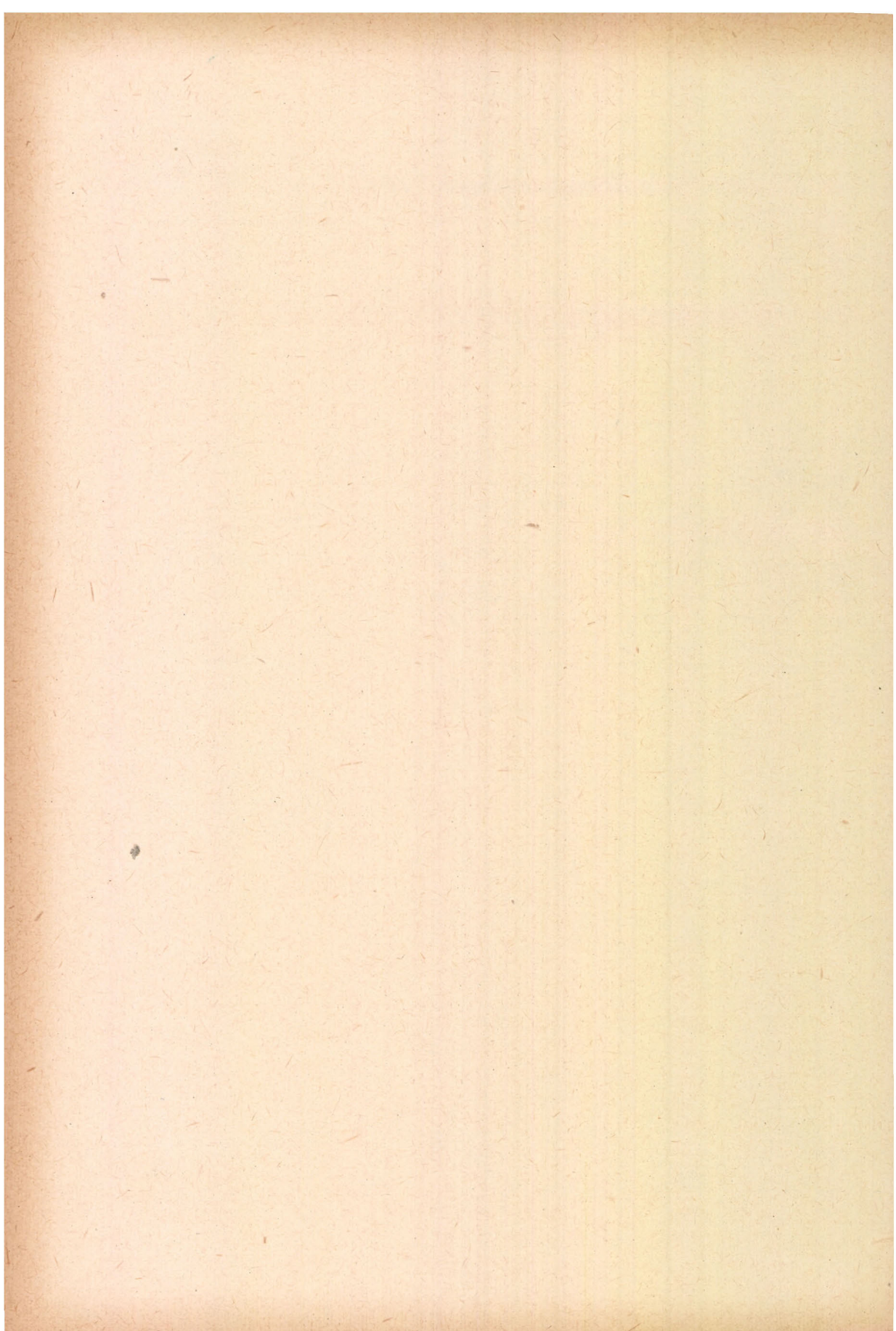
Erklärungen der *Tabellen 1—6* siehe noch S. 61

*Tabelle 7* : Einige charakteristische Daten des Lichtklimas des Balaton in den Jahren 1960—1961. Mért = gemessen; nap = Tag

*Tabelle 8* : Tageszeitliche und jahreszeitliche Schwankung der Lichtdurchlässigkeit und Lichtreflexion des Wasser des Balaton. Siehe noch S. 80

*Tabelle 9* : Lichtmessungen mit Farbfilter. Die Messungen wurden an derselben Stelle vorgenommen, wie in *Tab. 1*

*Tabelle 10* : Vergleichende Lichtdurchlässigkeit verschiedener stehender Gewässer



## SEASONAL CHANGES IN THE FATTY ACID COMPOSITION OF FRESH WATER CRUSTACEANS

TIBOR FARKAS and SÁNDOR HERODEK

Received 15th March 1961.

In one of our previous papers dealing with the fatty acid composition of the fresh water Crustaceans we demonstrated the changes in the ratio of solid to liquid fractions according to a yearly cycle. The relative quantity of saturated acids increases with the increasing and decreases with the decreasing temperature. (FARKAS, HERODEK 1959).

From the qualitative paper chromatographic analyses we assumed the accumulation of  $C_{20}$ ,  $C_{22}$  polyunsaturated acids in the winter samples. In our present paper we publish newer data concerning this problem obtained by iodine value measurements and by quantitative paper chromatography of the solid and hydrogenated liquid fractions.

### Material and Methods

Crustacean plankton was collected with a net Nr 6. The quantity of the phytoplankton samples sufficient for analyses was gained from 50 l water of the Belsótó-pond by centrifuging it at 30,000 turns/min. The *Astacus leptodactylus* ESCH. were captured in Lake Balaton. We used to each analyses the hepatopancreas of 5 (of about 15 cm length) males. The samples were dried in a vacuum exsiccator and the mixture of the total fatty acid was prepared in the usual way working all through in inert atmosphere. This mixture was fractionated according to TWITCHELL and the so obtained liquid fraction was hydrogenated employing palladium catalysator. The solid and the hydrogenated liquid fractions were paper chromatographed according to KAUFMANN, (KAUFMANN, NITSCH, 1954) their development was achieved with the  $Cu(CH_3COO)_2$ -rubeanic acid technique. The quantitative evaluation of the paper chromatograms was carried out photometrically, (SEHER, A., 1960) the iodine values were determined according to KAUFMANN.

### Results and discussion

The yearly changes in the iodine values of the fat of the crustacean plankton and in the temperature of Lake Balaton are presented in *Fig. 1*.

The shape of the two curves indicates a rather convincing reason to search for correspondance between temperature and the fatty acid composi-

tion of natural fats. On the other hand if we compare the changes of the iodine (FARKAS, HERODEK 1959) values with that of the proportion of the solid fraction already published before it becomes evident that even within the liquid fraction a high increase of the iodine value is to be found. This proves that the displacement in the ration of the fractions originates not simply in the dehydrogenation of the saturated to the corresponding monoenoic acids but that there takes place an accumulation of the polyunsaturated acids.

Table I. was drawn from the weight ratio of the two fractions and from the data of the quantitative paper chromatograms of the solid and hydrogenated liquid fractions showing the fact of definite seasonal changes in the distribution according to chain length too.

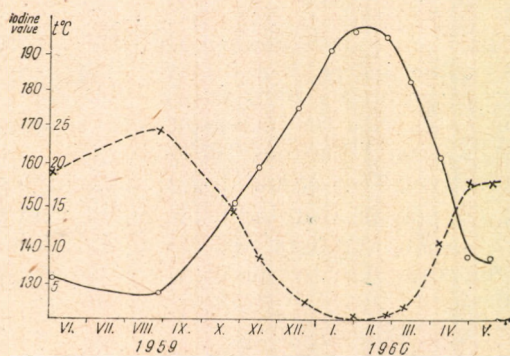


Fig. 1. Changes in the iodine value of the crustacean plankton fat and in the water temperature of Lake Balaton in 1959—1960.

1. ábra A rákplankton zsír jódszámának és a víz hőmérsékletének változása a Balatonban 1959—1960-ban.

Рисунок 1. Образование подного числа жира планктона Crustacea и температуры воды озера Балатон в 1959—60 годах

In each of the three samples (*i.e.* crustacean plankton from Lake Balaton, crustacean plankton from Belsőtó-pond and the hepatopancreas of *Astacus leptodactylus* Esch.) we found in colder water significantly higher levels in  $C_{20}$ ,  $C_{22}$  acids than in warmer water. This means that a large part of the unsaturated fatty acids accumulating during the cooling down period in autumn consists of  $C_{20}$ ,  $C_{22}$  acids. The process therefore, resulting in the fatty acid composition of low melting point in winter is also not to be considered as a repeated desaturation of fatty acids with the given chain length.

In the last year we demonstrated the existence of a yearly cycle of the fat percentage of the dry matter showing a winter maximum. (FARKAS, T., S. HERODEK 1960) According to this fact not only the relative but also the absolute quantity of unsaturated acids increases during the cooling down period in autumn. We also stated that these changes are not to be attributed to the fluctuation in the composition of crustacean plankton as to species involved and in all probabilities the changes in the fatty acid composition of the food either. It seems con-



sequently justified to believe that the temperature affects directly the fat metabolism of crustaceans. In order to be able to check the closer nature of this effect we should have to know more about the origine of the fatty acid occurring in the crustaceans.

In this connection we analysed the fat of the phytoplankton of Belsőtó-pond and found a much lower level of the iodine value and that of the  $C_{20-22}$  acids than in the crustacean plankton collected at the same time and place. In spite of this the possibility still remains that the bulk of the fat of crustaceans originates from the plankton algae and that the animals deposit preferentially from the alimentary fats the highly unsaturated acids of longer chain.

Table I. — I. táblázat

Date ~ Dátum	Water t° C° Víz	Iodine value jódszám	Saturated — Telített			Unsaturated — Telítetlen				
			C <sub>14</sub>	C <sub>16</sub>	C <sub>18</sub>	C <sub>14</sub>	C <sub>16</sub>	C <sub>18</sub>	C <sub>20</sub>	C <sub>22</sub>
Crustacean plankton from Lake Balaton										
1960. VI. 1.	17,0	131,4	5,7	17,8	5,1	—	8,4	32,0	17,7	13,3
1960. VIII. 29.	24,5	127,0	3,5	17,0	4,4	1,9	18,5	30,0	13,3	11,4
1960. X. 24.	13,5	153,4	5,4	13,6	2,1	2,4	8,4	32,9	16,2	17,0
1960. XII. 20.	4,5	173,0	7,7	11,4	1,4	—	0,6	33,6	21,7	23,6
Crustacean plankton from Belsőtó-pond:										
1960. IX. 4.	23,5	—	—	17,2	7,5	—	3,3	29,5	19,4	23,1
1960. X. 28.	13,9	135,7	—	18,2	3,8	—	4,0	21,1	21,2	31,7
1960. XII. 8.	5,0	154,0	—	17,0	3,1	—	1,4	19,6	23,0	35,9
Phytoplankton from Belsőtó-pond										
Astacus leptodactylus:	5,0	103,2	—	12,3	7,4	—	7,1	54,7	13,8	4,9
1960. IX. 20.	18,2	105,2	—	17,1	3,8	—	13,8	42,4	15,3	7,6
1961. III. 1.	6,0	134,0	—	10,1	2,3	—	11,0	42,2	26,3	8,1

If the situation is this we assume that the selectivity at colder temperature is shifting even more to the advantage of the above mentioned acids. On the other hand we even might suppose that the Crustaceans themselves produce the main bulk of the  $C_{20-22}$  polyenoic acids from acids taken up from the algae via an elongations in divinyl methane rhythm of a higher rate than that is the case in mammals. A further possibility is that the Crustaceans are capable for the total synthesis of all unsaturated acids. Eventually these processes or the incorporation into the depot fats are influenced by the temperature. These questions can be solved only experimentally with animals kept under laboratory conditions.

### Summary

We stated in the iodine value of the fat of crustacean plankton from Lake Balaton a yearly cycle showing a winter maximum. The iodine values which raise to a very high level during the cooling down of the water in autumn prove the accumulation of polyunsaturated fatty acids. In the course of the

quantitative paper chromatographic analyses we found towards the winter a strong increase in the proportion of  $C_{22-22}$  acids. Similar changes were observed in the fatty acid composition of the crustacean plankton from Belső-tó pond as well as in that of *Astacus leptodactylus* Esch. We interpret the phenomenon as an example of correspondence between the temperature and the natural fats and attribute great importance to the highly unsaturated fatty acids of long chain in the cold adaptation of poikilothermic water animals.

## REFERENCES

- FARKAS, T.—S. HERODEK (1959): Paper chromatographic studies on the fatty acid composition of some fresh water crustaceans. — *Acta Biol. Acad. Sci. Hungaricae* **10**, 85—90.
- FARKAS, T.—S. HERODEK (1960): Seasonal changes in the fat contents of the crustacea plankton in Lake Balaton. — *Annal. Biol. Tihany* **27**, 3—7.
- KAUFMANN, H. P.—NITSCH, W. H. (1954): Die Papierchromatographie auf dem Fettgebiet. XVI. Weitere Versuche zur Trennung von Fettsäuren. — *Fette und Seifen* **56**, 154—158.
- SEHER, A. (1960): Quantitative Papier-Chromatographie der Fettsäuren II. Das photometrische Verfahren. — *Fette und Seifen* **61**, 857—859.

## ÉV SZAKOS VÁLTOZÁSOK AZ ÉDES VIZI RÁKOK ZSÍRSÁVÖSSZETÉTELÉBEN

*Farkas Tibor és Herodek Sándor*

## Összefoglalás

A balatoni Crustacea plankton zsírszámaiban téli maximummal évi ciklust mutattunk ki. Az őszi lehűlés folyamán igen magasra emelkedő jódszámértékek többszörösen telítetlen zsírsavak felhalmozódását bizonyítják. A hidrogénezett folyékony frakció mennyiségi papirkromatografálásával kimutattuk, hogy téli erősen megnőtt a  $C_{20}$ ,  $C_{22}$ -es zsírsavak mennyisége. A belsőtavi Crustacea plankton és az *Astacus leptodactylus* Esch. zsírsavösszetételében is a fentieknek megfelelő változásokat észleltünk. A jelenséget mint a hőmérséklet és a természetes zsírok összetétele közötti kapcsolat egyik megnyilvánulását értelmezzük, és a vízi állatok alacsony hőmérséklethez való alkalmazkodásában nagy fontosságot tulajdonítunk az erősen telítetlen hosszú szénláncú zsírsavaknak.

*T. Фаркаш—Ш. Херодек:*

## СЕЗОННЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ СОСТАВА ЖИРНЫХ КИСЛОТ У ПРЕСНОВОДНЫХ РАКОВ

## Резюме

В иодном числе жира планктона Crustaceae озера Балатона обнаружен годовой цикл с максимумом в зимнее время. Сильно повышающиеся величины иодного числа во время осеннего охлаждения свидетельствуют о накоплении многократно ненасыщенных жирных кислот. Путем количественного бумажного хроматографирования гидрированной жидкой фракции доказано, что на зиму качество жирных кислот  $C_{20}$  и  $C_{22}$  значительно увеличивается. В составе жирных кислот планктона Crustaceae и *Astacus leptodactylus* Esch. в озере Belső-tó наблюдались изменения такого же рода. Это считается манифестацией связи между температурой и составом естественных жиров; в приспособлении водных животных к низкой температуре следует придать сильно ненасыщенным жирным кислотам с длинной углеродной цепью большое значение.

## EFFECT OF TEMPERATURE ON THE PHOTOSYNTHESIS OF A NATURAL DIATOM POPULATION

LAJOS J. M. FELFÖLDY

Received 14th March, 1961

Several suggestions have been made to explain the regular appearance of the characteristic diatom mass-vegetation in early spring and late autumn months on the stony shores of Lake Balaton (*e.g.* G. ENTZ and SEBESTYÉN 1946, 301, FELFÖLDY 1958 etc.).

No definite answer has been hitherto given to the question of seasonal appearance of the diatom belt. It was suggested that it might be attributed to the effect of low temperature but no exact measurements were made to verify this supposition. Moreover in work previously mentioned (FELFÖLDY *l.c.p.* 336), both the results of preliminary experiments and literary data being considered, the role of temperature as a factor did not appear important.

In this paper experiments on the effect of temperature will be discussed in detail.

### Materials and methods

The material for photosynthetic measurements was collected on 31st March 1960, on the shore of the Lake from stones yellow with diatom covering. (*Diatoma elongatum* var. *tenuis*-zone, see FELFÖLDY 1958, 332, 334.) The mass of diatoms was washed from the stone surface with a brush into a larger porcelain dish containing lake water. The suspension obtained in this way was filtered into a beaker through a dense bronze sieve. After a short sedimentation of 1-2 minutes (the heavy inorganic particles sink for the most part to the bottom of the beaker), the reddish-brown diatom suspension was decanted into centrifuge tubes. Thereafter the experimental suspension containing 650 cells pro  $\mu\text{l}$  was prepared by washing the diatom cells with fresh lake water by centrifuging at low speed and resuspending them in filtered Balaton-water. (Delta filter paper No 368.) In this suspension *Diatoma elongatum* var. *tenuis* dominates constituting about 95% of total cell number. For associate species see FELFÖLDY 1958, 334.

Photosynthesis was measured manometrically. 10 ml suspension was put into the usual WARBURG vessels and the released  $\text{O}_2$  was measured five times at every 30 minute at temperatures 10, 20, 25,  $30 \pm 0,1^\circ \text{C}$ , and at *c.* 7000 lux light intensity. A fresh sample of cells was used for each run of determinations; the stock cell suspension was kept in water bath at the temperature of the next experiment. An adaptation time of 150 minutes was

found sufficient at each temperature. The results are given in  $\mu\text{l O}_2/1 \text{ mg chlorophyll } a/\text{hour}$  units. The estimation of pigments was performed by the method of RICHARD and THOMPSON (BARNES 1959, 242–244).

Aliquots of experimental suspensions were filtered through "Delta" filter paper No 368 with suction. To minimize pheophytin formation, the filter papers with the adherent diatom cells were kept exposed for a short interval (up to three minutes) to hot water vapour (KREY 1939, GESSNER 1944). Pigment extraction was made with aqueous acetone (90%) in which the samples were allowed to stand for 12–15 hours, to obtain complete extraction. Thereafter the solutions were carefully filtered, and filled up to known volume. Their transmittancies were measured at 665, 645, 630 millimicrons by BECKMAN D. U. spectrophotometer.

The concentration of chlorophyll *a* ( $C_a$ ) is

$$C_a = 15,6 A_{665} - 2,0 A_{645} - 0,8 A_{630}$$

where  $A = \log_{10} 1/T$  (absorption at different wave lengths mentioned above)

Table 1

Photosynthetic power of diatom suspension at various temperatures

Temperature °C	$\mu\text{l O}_2/1 \text{ mg chlorophyll } a$ one hour
10	390,0
15	408,1*
20	384,8
30	76,6

### Results and discussion

The results of photosynthetic measurements are illustrated in Table 1. According to these data a flat optimum can be studied between 10 and 20 °C. On basis of literary data at our disposal it is assumed that a temperature optimum so low is not common for algal photosynthesis. Whereas the cold resistance of bacillariophytes is rather known (GESSNER 1955, 171, FOTT 1959, 104), results based on experiments with pure cultures show always optima at higher temperatures. BARKER (1935) has found optimal photosynthesis at 27–33°C in his study in two *Nitzschia* species. In his work with *Nitzschia putrida*, RICHTER (1911) demonstrated optimum growth for the species at 24 to 25°C. WALLACE (1955) stated that the optimum growth of three species of fresh-water diatoms (*Nitzschia filiformis*, *N. linearis* and *Gomphonema parvulum*) occurred at 22 to 30°C. For photosynthesis of other unicellular algae temperature optima of about 27–30° or higher was demonstrated experimentally (LUMRY *et al.* 1954). RODHE (1948), working with natural populations, similar to those applied in our investigations, found a growth optimum at 5 to 10°C in *Melosira islandica* ssp. *helvetica* and he concluded that the annual periodicity of this species was due to both temperature and light.

\* On basis of 12 measurements only.

The temperature coefficient, that is to say, the ratio of the rate of photosynthesis at a given temperature to the rate thereof at temperature which is 10° lower ( $Q_{10}$ ), is always greater than 2 between 5–15°C. The  $Q_{10}$  of different *Chlorella* strains are: 2,07 (NODDACK and KOPP 1940 *ap.* THOMAS 1955), 4,3–5,0 (WARBURG 1919), 4,4–5,8 (EMERSON 1929, BALY 1940). In our experiments performed at 10–15°C  $Q_{10} = 2,1$ , but above 15°C  $Q_{10}$  was less than 1. The effect of temperature on the photosynthetic process is very complex and some adaptation phenomena should also be taken into consideration (HARDER 1924, GESSNER 1955, 142–146), nevertheless the significant role of lower temperature of water in the development and existence of periphytic diatom mass vegetation might be regarded as established on basis of our experiments. Our earlier statement, therefore (FELFÖLDY 1958), that low temperature is not so important in the life of these plant societies must be abandoned.

### Summary

The photosynthesis of the periphytic diatom mass vegetation growing on the stony shores of Lake Balaton was measured by the manometric method of Warburg in filtered Balaton-water, at 10, 15, 20 and 30° C temperatures and at *c.* 7000 lux light intensity. A flat optimum could be observed between 10–20°C.

The importance of low temperature, as an ecological factor, controlling the appearance and existence of these periphytic diatom coverings in early spring and late autumn is supported by these experimental results.

Grateful acknowledgement is made here to OLGA SEBESTYÉN for fruitful discussion in connection with the manuscript and to ZSUZSA F. KALKÓ for the English translation.

### LITERATURE

- BALY, E. C. C. (1940): Photosynthesis. — Methuen and Co. Ltd. *London*, 1–248.  
 BARKER, H. A. (1935): Photosynthesis in diatoms. — *Arch. Mikrobiol.* **6**, 141–156.  
 BARNES, H. (1959): Apparatus and methods of oceanography. — Allen and Unwin Ltd. *London*, 1–341.  
 EMERSON, R. (1929): Photosynthesis as a function of light intensity and of temperature with different concentrations of chlorophyll. — *J. gen. Physiol.* **12**, 623–640.  
 ENTZ, G. † und O. SEBESTYÉN (1946): Das Leben des Balaton-Sees. — *Arb. Ung. Forsch. Inst. Tihany* **16**, 179–411.  
 FELFÖLDY, L. J. M. (1958): A contribution to the ecology and biological productivity of the diatom mass-vegetation on the stony shores of Lake Balaton. — *Annal. Biol. Tihany* **25**, 331–342.  
 FOTT, B. (1959): Algenkunde. — G. Fischer, *Jena*, 1–482.  
 GESSNER, F. (1944): Der Chlorophyllgehalt der Seen als Ausdruck ihrer Produktivität. — *Arch. f. Hydrobiol.* **40**, 687–732.  
 GESSNER, F. (1955): Hydrobotanik. I. Energiehaushalt. — VEB Deutsch. Verl. Wissensch., *Berlin*, 1–517.  
 HARDER, R. (1924): Über die Assimilation von Kälte und Wärmeindividuen der gleichen Pflanzenspezies. — *Jb. wiss. Bot.* **64**, 169–200.  
 KREY, J. (1939): Die Bestimmung des Chlorophylls in Meerwasser-Schöpfproben. — *J. du Cons. Int. Explor. Mer.* **14**, 201–209.  
 LUMRY, R., J. D. SPIKES and H. EYRING (1954): Photosynthesis. — *Ann. Rev. Plant Physiol.* **5**, 271–340.

- RICHTER, O. (1911): Die Ernährung der Algen. — *Int. Rev. Hydrobiol. Hydrogr., Monogr. Abh.* **2**, 1—192.
- RODHE, W. (1948): Environmental requirements of fresh-water plankton algae. — *Symb. Bot. Upsal.* **10**, (1), 1—149.
- THOMAS, M. D. (1955): Effect of ecological factors on photosynthesis. — *Ann. Rev. Plant Physiol.* **6**, 135—156.
- WALLACE, N. M. (1955): The effect of temperature on the growth of some fresh-water diatoms. — *Notulae Naturae Acad. Nat. Sci. Philadelphia* **280**, 1—11.
- WARBURG, O. (1919): Über die Geschwindigkeit der photochemischen Kohlensäurezer-  
setzung in lebenden Zellen. I. — *Biochem. Z.* **100**, 230—270.

## A HŐMÉRSÉKLET HATÁSA A BALATON-PART KÖVEIN ÉLŐ TERMÉSZETES KOVAMOSZAT-POPULÁCIÓ FOTOSZINTÉZISÉRE

*Felföldy Lajos*

### Összefoglalás

A Balaton eróziós partszakaszainak hullámjárta kövein élő jellegzetes megjelenésű sávban található kovamoszat tömegvegetáció koratavaszi és késő őszi megjelenésének okát kutatva az alacsony hőmérséklet igen kézenfekvő hatását irodalmi adatok és előzetes kísérletek alapján nem tartottuk fontosnak (FELFÖLDY 1958).

A kérdés tüzetes megvizsgálására az 1960 március végén és április elején szépen kialakult kovamoszat sávból március 31-én mintát gyűjtöttünk, melyből 650 sejt/ $\mu$ l sűrűségű szuszpenziót készítettünk szűrt Balaton-vízzel és ennek 10 ml-ében megmértük a fotoszintézis mértékét WARBURG manometriás módszerével 10, 20, 25, 30  $\pm$  0,1 C°-on, kb. 7000 lux megvilágítás mellett. Az eredményt  $\mu$ l O<sup>2</sup>/1 mg a-klorofill/óra egységben adjuk meg. A pigment meghatározást RICHARD és THOMPSON módszerével végeztük (BARNES 1959). Az acetonos kivonat abszorpcióját BECKMAN D. U. spektrofotométerrel mértük.

Az 1. Táblázat-ban található eredmények szerint 1—20 C° között a fotoszintézisnek lapos maximuma van. Egysejtű algák esetében ilyen alacsony hőmérsékleti optimumot eddig nem ismertünk. Bár a hőmérséklet hatása a fotoszintézisre nagyon komplikált és bizonyos adaptálódási jelenségek is számításba jöhetnek, kísérleteink alapján az alacsony hőmérséklet fontos szerepe a balatoni kovamoszat öv kialakulásában és fennmaradásában kétségtelen.

ON THE CHLOROPHYLL CONTENT AND BIOLOGICAL PRODUCTIVITY  
OF PERIPHYTIC DIATOM COMMUNITIES  
ON THE STONY SHORES OF LAKE BALATON

LAJOS J. M. FELFÖLDY

Received: 10th March, 1961

The study of bacillariophytic mass vegetation (G. ENTZ and SEBESTYÉN 1946, SZEMES 1948, FELFÖLDY 1958, 1961) which develops on the stony shores of Lake Balaton in early spring and late autumn months is important in two respects.

Its importance is due partly to the significance of the organic matter production by autotrophic organisms constituting coverings on different surfaces, especially in lakes with small phytoplankton productivity (ASSMAN 1951), and partly because the experiences obtained in the course of quantitative investigations into the attached communities of periphyton can be well-applied to the study of the heterogeneous assemblages of phytoplankton.

In 1957 (FELFÖLDY 1958, 334) the assessment of biological productivity of this living covering was performed on the basis of the light-dark bottle method. In this paper results of the chlorophyll estimations are given and production measurements on this basis are briefly summarized.

Materials and methods

In late March and in the first days of April in 1960 there was a well-developed diatom girdle on the stony shores of Lake Balaton, near water surface, in which four physiognomically different girdles were discernible. The most conspicuous and with naked eye easily distinguishable was the thin, little mucilageous, bright yellow belt, consisting almost exclusively of *Diatoma elongatum* var. *tenuis* (*Diatoma*-zone).

A dark brown, lacinated-racemose mass vegetation was attached in some places to the upper part of this belt, consisting mainly of *Gomphonema olivaceum*. This *Gomphonema*-zone located above the water surface developed only sporadically, mostly behind sheltered jutting corners not directly exposed to waves.

Beneath the pure diatom girdles a thick, light-brown spotted, dirtysandy girdle (*sandy*-zone) was situated to the yellow *Diatoma*-belt attached with a "transition zone" (cf. FELFÖLDY 1958, 332—333). In our present paper investigations carried out only on the *Gomphonema*- and *Diatomazones* are discussed.

The samples for dry-matter determination and for estimation of pigment content were collected from a known area of stone surfaces. Dry-matter content was determined by drying the samples to constant weight in electric

oven at 105°C. Samples for chlorophyll determinations were collected on filter paper pieces. Thereafter they were kept for some minutes into hot water vapour, and were left to stand in aqueous acetone (90%) for 12–15 hours. After extraction the solutions were carefully filtered and filled up to known volume. Their transmittancies were measured at wave lengths 665, 645, 630, 510 and 480 m $\mu$ , by a BECKMAN D. U. spectrophotometer. For the calculation of the individual pigments equations of RICHARD and THOMPSON were used (BARNES 1959, 242–244). The values were converted into 100 cm<sup>2</sup> surface area.

Photosynthetic measurements were performed in the late morning hours on the 29th March, 1960. A known mass of diatoms was washed from the stones with a soft brush and was suspended into partly desoxygenized Balaton-water (FELFÖLDY and KALKÓ 1958). The measurement was made by the usual light-dark bottle method, as it is reported in detail in the paper mentioned previously (FELFÖLDY 1958, 334).

In order to calculate the assimilation number of the diatom population the chlorophyll *a* content in an aliquot part of the experimental suspension was determined. The assimilation number (AZ) = carbon dioxide in grammes per hour: chlorophyll content in grammes.

### Results and discussion

From the substances listed in *Table 1*, the dry matter content taken from a unit area, is not suitable basis to express the quantity of photosynthetically active organisms, because the mass of dry matter depends greatly on the quantity of inorganic impurities and of dead detritus present. The dry matter content of covering ranges between 1,37–2,26 g/100 cm<sup>2</sup> and 0,53–1,99 g/100 cm<sup>2</sup> respectively. The great spread of chlorophyll *a* content in per cent of dry matter (0,09–3,82% in the *Diatoma*-zone), also proves that the amount of dry residue is inadequate to assess productivity.

Total N-content (determined by the semi-micro KJELDAHL method in aliquots of oven-dried samples) is greatly influenced by the protein content of animal bodies always present in the "Aufwuchs" of algae, consequently no conclusion can be drawn from these figures as to the photosynthesizing living material.

The chlorophylls are special components of autotrophic organisms. The relationship between chlorophyll and total organic matter content is very variable in different organisms, therefore chlorophyll estimation should be used with caution as a measure of quantity of autotrophic organisms. If the plant population (phytoplankton or periphyton) is very mixed, conversion of pigment values to other parameters can be only approximate. If, however, the photosynthetic power of the unit quantity of chlorophyll *a* present in autotrophic organisms of some natural populations is determined, this value can be used as a measure of productive capacity of producers in the population in question. For that purpose photosynthesis in suspensions with known chlorophyll *a* content was measured and the assimilation number (AZ) of the bacillariophytic covering was assessed on this basis. The assimilation number expresses the quantity of carbon dioxide assimilated by a unit quantity of chlorophyll *a* in one hour.



Table 1 — 1. táblázat

Dry-matter and pigment content in 100 cm<sup>2</sup> surfaces of different parts of diatom mass vegetation

A kovamoszat öv különböző részeinek szárazanyag- és pigment tartalma 100 cm<sup>2</sup> felületre számítva

Sample No. Minta	Dry matter g/100 cm <sup>2</sup> Százanyag	Total-N mg/100 cm <sup>2</sup> Össz-N	Chlorophyll <i>a</i> mg/100 cm <sup>2</sup>	Chlorophyll <i>b</i> mg/100 cm <sup>2</sup>	Chlorophyll <i>c</i> mSPU/100 cm <sup>2</sup>	Chlorophyll <i>a</i> % in dry matter Százanyag %
7	1,83	3,86	15,4	3,4	4,0	0,84
27	2,26	2,04	6,0	3,5	3,0	0,26
101	1,37	1,52	6,6	2,9	2,3	0,48
35	1,03	0,90	2,3	0,0	0,8	0,22
66	0,74	0,85	2,8	0,0	1,6	3,82
68	1,81	1,39	2,9	0,4	2,6	0,16
102	1,04	1,28	2,6	0,8	0,9	0,25
102/a	—	—	2,9	0,9	0,9	0,28
108/1	0,53	0,76	2,5	0,0	0,5	0,47
108/2	—	—	2,2	0,0	0,5	0,41
108/3	—	—	2,1	0,0	0,5	0,40
115	1,99	1,57	1,9	0,0	0,5	0,09
115/1	—	—	2,0	0,0	0,4	0,10
115/2	—	—	1,8	0,0	0,4	0,09

Notes. 7, 27 and 101: Samples from the dark brown coloured girdle in which *Gomphonema olivaceum* dominates. The other samples originate from the yellow *Diatoma elongatum* girdle. In samples No. 68 and 102 green algal filaments. mSPU = the thousandth part of so called specified pigment units representing a specific but indetermined weight of pigment which should be about 1 g (BARNES 1959, 244).

The results of photosynthetic experiments are summarized in *Table 2*. One litre of the experimental suspension (500 cells/ $\mu$ l) contains 5,1 mg chlorophyll *a*, and the average amount of liberated oxygen is 3,83 mg per one hour in 1 litre of suspension, which is equal to 5,26 mg carbon dioxide/litre/hour. From this the assimilation number,  $AZ = 5,26 : 5,10 = 1,03$ .

This value is unusually low. To our present knowledge, referring to natural phytoplankton populations or to cultures of planktonic organisms, the values of assimilation number range between 5—14 (GESSNER 1959, 619—625).

For controlling the order of magnitude of this low value, the assimilation number was calculated in another way too. When working with a diatom suspension collected in like manner, but measuring photosynthesis under artificial circumstances by the usual manometric WARBURG method, it was found that one mg of chlorophyll *a* produced 408  $\mu$ l oxygen at 15° C and *c.* 7000 lux illumination. The weight of 408  $\mu$ l oxygen is 0,58 mg, and the photosynthetic force expressed in mgs of carbon dioxide is 0,71 mg CO<sub>2</sub>/hour. From this  $AZ = 0,71$ . The results of the two experiments accomplished by two different methods and at different illumination closely conform with each other.

The organic matter production of photosynthesis can be expressed also by the amount of glucose produced during carbon assimilation. One mg oxygen evolved is equal to 0,937 mg glucose. Our results expressed in glucose units are summed up in *Table 3*.

Table 2 — 2. táblázat

Rate of photosynthesis in a 500 cells/ $\mu$ l suspension exposed in natural habitat on stony shores under 30 cm from the water surface (c. 15 000 lux, 9,8°C)  
 500 sejt/ $\mu$ l sűrűségű szuszpenzió fotoszintézise (1960. március 29-én a természetes termőhelyen 30 cm vízmélységben; c. 15 000 lux, 9,8 C°)

	mg/litre				Közéérték Average
O <sub>2</sub> -content in the starting suspension A kiindulási szuszpenzió O <sub>2</sub> -tartalma	5,28	5,28	5,28	5,28	5,28
O <sub>2</sub> -content after 3 hours, in light O <sub>2</sub> -tartalom 3 óra múlva, fényben	17,75	17,90	18,08	17,62	17,89
O <sub>2</sub> -content after 3 hours, in darkness O <sub>2</sub> -tartalom 3 óra múlva, sötétben	1,07	1,20	1,10	1,09	1,11
Assimilated O <sub>2</sub> per 3 hours 3 óra alatt keletkezett O <sub>2</sub>	11,40	11,42	11,70	11,25	11,50
Assimilated O <sub>2</sub> per one hour Egy óra alatt keletkezett O <sub>2</sub>	3,80	3,80	3,90	3,75	3,83

Table 3 — 3. táblázat

Organic matter production of periphytic diatom communities expressed in glucose units  
 A kovamoszat bevonat szervesanyag termelése glukóz-egységben

Sample No. Minta	mg O <sub>2</sub> /hour 100 cm <sup>2</sup>	mg glucose/hour 100 cm <sup>2</sup>
7	11,5	10,8
27	4,6	4,3
101	5,1	4,8
35	1,7	1,6
66	2,1	2,0
68	2,2	2,1
102	2,0	1,9
108	1,9	1,8
115	1,4	1,3

In April 1957 the productivity of the diatom covering was determined as 1,7 mg oxygen and 1,62 mg glucose per 100 cm<sup>2</sup> surface during one hour. Comparing the results of these two series of experiments performed in a three-year interval, it is seen, that the values obtained by the chlorophyll method is a little higher, obviously because it measures the chlorophyll content of other algal species too, which fell otherwise victim to the wet combustion by sulphuric acid, preceding diatom cell count.

The previous assumption, therefore, that the diatom belt is able to reproduce daily its organic content matter in favourable weather, may be regarded correct.

The quantitative data reported here were computed only for the mass vegetation of *Diatoma elongatum* constituting a characteristic coherent zone, whereas in the case of *Gomphonema*-zone a similar calculation did not seem reasonable because it grows in discontinuous little patches.

It has been pointed out already by GESSNER that the quantitative study of periphyton is not an easy task because of the so called "microbiotopes" characteristic for such mosaic-like habitats.

Nevertheless the difference existing between the two zones of different character is well illustrated by chlorophyll estimation (Table 1). The more luxuriant vegetation of *Gomphonema* zone contains more photosynthetically active pigments (samples No. 7, 27, 101). The chlorophyll *b* content of the bacillariophyte covering reveals the presence of other algae (mostly Chlorophyceae) which are caught and held always in the racemose *Gomphonema* tangle.

Appreciation is extended to Mrs. ZSUZSA F. KALKÓ for her able assistance in research work and for the English translation.

### Summary

The chlorophyll content was measured and computed to unit surfaces in two characteristic zones (*Diatoma elongatum*- and *Gomphonema oilveaceum*-zones) of periphytic diatom mass vegetation developing seasonally on stony shores of Lake Balaton exposed to wave action.

The quantity of chlorophyll *a* is higher in the *Gomphonema*-zone (6,0—15,4 mg/100 cm<sup>2</sup>), whereas in the *Diatoma*-zone it is lower (1,8—2,9 mg/100 cm<sup>2</sup>). Very little assimilation number was obtained either by the light-dark bottle method (1,03) or by the manometric method of WARBURG (0,71). The value of glucose content computed on the basis of the assimilation number (1,3—2,1 mg glucose/100 cm<sup>2</sup>/hour) falls very near to the value obtained four years ago (1,6 mg/100 cm<sup>2</sup>/hour) which was calculated on the basis of the number of diatom frustules in the covering. It can be stated also on the basis of new estimations that in advantageous weather the diatom belt is able to reproduce itself daily (24,6 kg dry matter on a 1 km long section of shore).

### LITERATURE

- ASSMAN, A. V. (1951): Die Rolle des Algenbewuchses bei der Bildung der organischen Substanz in einem Wasserbecken. — *Dokl. Akad. Nauk. SSSRN. S. 76*, 905—908. (*Ber. wiss. Biol.* **73**, 366. 1951.)
- BARNES, H. (1959): Apparatus and methods of oceanography. — Allen and Unwin Ltd. London, 1—341.
- ENTZ, G.† und O. SEBESTYÉN (1946): Das Leben des Balaton-Sees. — *Arb. Ung. Forsch. Inst.* **16**, 179—411.
- FELFÖLDY, L. J. M. (1958): A contribution to the ecology and biological productivity of the diatom mass-vegetation on the stony shores of Lake Balaton. — *Annal. Biol. Tihany* **25**, 331—342.
- FELFÖLDY, L. J. M. (1961): Effect of temperature on the photosynthesis of a natural diatom population. — *Annal. Biol. Tihany* **28**, 000—000.
- FELFÖLDY, L. J. M. and Zs. F. KALKÓ (1958): The rate of photosynthesis and underwater radiation in Lake Balaton. Observations of Summer 1957. — *Annal. Biol. Tihany* **24**, 303—329. (Hung. with Engl. summary)
- GESSNER, F. (1959): Hydrobotanik. II. Stoffhaushalt. — VEB. Deutsch. Verl. Wissensch., Berlin, 1—701.
- SZEMES, G. (1948): Untersuchungen über Zusammenhänge zwischen der Wirkung des Wellenschlages und der Zusammensetzung der Biozönose. — *Annal. Biol. Tihany* **18**, 213—255.

## A BALATON KÖVES PARTJAIN ÉLŐ KOVAMOSZAT BEVONAT KLOROFILL-TARTALMÁRÓL ÉS BIOLÓGIAI PRODUKCIÓJÁRÓL

Felföldy Lajos

### Összefoglalás

A Balaton hullámjárta köves partjain, a vízfelszín közvetlen közelében késő ősz-szel és kora tavasszal dús kovamoszat tömegvegetáció szokott kialakulni. Az 1960. évi március végén és április elején igen szépen kifejlődött sáv két különböző együttesében (*Diatoma elongatum* var. *tenuis* és *Gomphonema olivaceum* zónák) méréseket és kísérleteket végeztünk a szervesanyag-termelés ütemének megbecsülésére. A bevonat által fedett felület egységére (100 cm<sup>2</sup>) vonatkoztatva meghatároztuk az élő bevonat szárazanyag tartalmát, a benne található össz-nitrogén (KJELDAHL-N) és klorofill mennyiségét (1. Táblázat).

Az autotróf növények mennyiségére sem a szárazanyag-, sem az össz-nitrogén tartalomról nem lehet következtetni, mert az első tulajdonság a bevonatban levő szervesanyag szennyeződés, a második pedig a mindig jelenlevő állatok testében levő anyagok okozta hibával terhelt. A klorofill (különösen az a-klorofill) tartalom jól jellemzi a két zóna közti különbséget, sőt — tekintve, hogy a kovamoszatokban nincs b-klorofill — annak jelenléte az idegen algák (elsősorban Chlorophyceae-k) nagyobb mennyiségét is jelzi (7, 27, 101, illetve 68 és 102 sz. minták az 1. Táblázat-ban).

Fotoszintézis kísérletekkel (WINKLER-f. O<sub>2</sub>-módszer) meghatároztuk a kovamoszat övben levő a-klorofill hatásfokát, kiszámítva, hogy 1 mg a-klorofill a termőhelyen uralkodó környezeti adottságok között 1,03 mg széndioxidot asszimilál egy óra alatt. Ez az asszimiláció szám rendkívül kicsi, a fitoplanktonra és növényi plankton szervezetekre vonatkozó irodalmi adatoknak csaknem egytized része. Ellenőrzésként WARBURG manometriás módszerrel is végeztünk asszimiláció szám meghatározásokat mesterséges környezetben. A kovamoszat populáció asszimiláció számának alacsony voltát ezek is igazolták: 0,71 mg CO<sub>2</sub>/1 mg a-klorofill/1 óra.

Más számítással a klorofill tartalomról a fotoszintézis alatt keletkező glukóz értékét kalkuláltuk ki (1 mg a-klorofill 0,75 mg O<sub>2</sub>-t termel óránként a termőhelyen uralkodó körülmények között, 1 mg O<sub>2</sub> felszabadulásával 0,937 mg glukóz keletkezik). Az eredmények a 3. Táblázat-ban láthatók.

Érdeemes megemlítenünk, hogy 1957 áprilisában a bevonat egységnyi felületén talált sejtszám felhasználásával számítottuk ki a kovamoszat öv termelékenységét. Az összefüggő sávot alkotó *Diatoma*-zónában ez átlagosan 1,7 mg oxigén, illetve 1,62 mg glukóz/100 cm<sup>2</sup>/óra értéknek adódott. A kétféle módszer eredményei nagyságrendileg jól egyeznek (1960. évi vizsgálataink szerint a klorofill módszerrel 1,4–2,2 mg O<sub>2</sub> és 1,3–2,1 mg glukóz/100 cm<sup>2</sup>/óra eredményt adtak). 1957 évben tett megállapításunkat tehát, hogy ti. kedvező időben a kovamoszat öv naponta képes újratermelni saját szervesanyag mennyiségét, helyesnek fogadjhatjuk el.

## ADATOK A BALATONI FENÉKÜLEDÉK CSILLÓSAINAK ISMERETÉHEZ

GELLÉRT JÓZSEF

Érkezett: 1961 március 14.

A Balaton életét feltáró igen sokoldalú kutatások ellenére a csillós fauna és tevékenysége még alig ismert. Rendszeres protozoológiai kutatások a Balatonban még alig folytak (FRANCÉ 1897, STILLER 1931, 1932, 1935, 1941, 1949—50, SEBESTYÉN 1953, 1958), pedig a tó a legváltozatosabb protozoa élőhelyeket tárja elénk. Az általános tavi élet kérdéseinek megvilágítása érdekében szükségesnek tartottam a csillós protozoák tevékenységének vizsgálatát.

Előző tanulmányaim (GELLÉRT és TAMÁS, illetve TAMÁS és GELLÉRT 1958, 1959, 1960) bepillantást engedtek egynéhány balatonparti biotóp csillósainak életébe. Vizsgálataim rámutattak arra, hogy a különböző parti biotópok csillósainak tevékenységét és a tavi anyagforgalomra gyakorolt hatását az általános tavi élet vonatkozásaiban milyen szempontok szerint értékelhetjük. Ezek a vizsgálatok csak mint mozaik kockák kapcsolódnak bele a Balaton életét feltáró kutatásokba, de a csillós fauna megismerésének is még csak részletei.

A teljes csillós faunának a Balaton életében megnyilvánuló tevékenysége és hatása általános értékeléséhez még igen sok biotóp protozoológiai vizsgálatát kell elvégezni.

Tanulmányomban a csillós fauna ismeretéhez kívánok újabb adatokat szolgáltatni, egy olyan balatoni biotóp életén keresztül, mely protozoológiai vonatkozásokban még alig képezte vizsgálatok tárgyát.

A detritusz-turzások, parti kőbevonatok és a hidropszammonnak mint parti biotópok csillósainak életét feltáró vizsgálataim után szükségesnek láttam kissé eltávolodni a parttól, és a különböző mélységekben lerakódott fenéküledék csillósainak életébe is betekinteni.

Vizsgálataimnak célja, az előzőekhez hasonlóan az volt, hogy megismerjem a csillós fauna faji összetételét, táplálkozásbiológiai viszonyainak feltárásával pedig következtetni tudjak tevékenységükre. Feltételeztem azt, hogy az állati és növényi detrituszban gazdag fenéküledékben a még ismeretlen csillós fauna főleg a detritusz-fogyasztók sorából kerül ki. Erre alapozva, az anyagforgalomra kiható csillós tevékenységet elsősorban a detrituszt fogyasztó csillósok és az általuk elfogyasztott detritusz mennyiségén keresztül kívántam megismerni.

Az üledék-mintákat a „Balaton” kutató hajóról EKMAN—BIRGE markolóval gyűjtöttem be. A kiemelt anyagot a markoló lemezek felnyitásával óvatosan zománcos tálba csúsztattam át. A felületén elterülő kb. 1 cm vastagságú híg iszaprétegből 25—30 ml mennyiségű anyagot kiskanállal leválaszt-

tottam, és a gyűjtőüvegbe téve 12—24 órán át állani hagytam. Ezen idő alatt az iszap leülepedett, rétegesen rekonstruálódott. Ezt az anyagot laboratóriumban mikroszkóposan vizsgáltam meg. A mikroszkópos vizsgálathoz a felszínről pipettával 1 ml, vízzel kevert anyagot szívattam le, tárgylemezeken kisebb cseppekre osztottam szét, és mikroszkóp alatt figyeltem meg a csillósokat. Ezt a vizsgálatot, mindig 1 ml-t véve alapul, mindaddig folytattam, míg újabb fajok előfordultak. A később ismertetendő egyedszám/ml értékek a fenti ismételt átvizsgálások átlagát adják meg.

Az átvizsgált minták többségben a Balaton mélységi hossztengegyének SEBESTYÉN (1960) által megjelölt harántszelvények (A—L) metszési pontjából ( $A_0$ — $L_0$ ) származtak. Összehasonlítás céljából egyes harántszelvények mentén a parthoz közelebb eső, tehát kisebb mélységű pontokon is gyűjtöttem.

Gyűjtéseimet az alábbi helyeken és időpontban végeztem:

- I. Felső medence
  1. A szelvény: Balatonfüred, Fenékfürdő-Zamárdi alsó.  $A_0$  pont. Vízmélység 375 cm. 1958. VI. 30.
  2. B szelvény: Csupak—Balatonszéplak.  $B_0$  pont. Mélység 400 cm. 1958. VI. 30.
  3. C szelvény: Alsóörs—Siófok.  $C_0$  pont. Mélység 430 cm. 1958. VI. 30.
  4. D szelvény: Káptalanfüred—Balatonszabadi.  $D_0$  pont. Mélység 435 cm. 1958. VI. 30.
  5. E szelvény: Balatonalmádi—Balatonvilágos.  $E_0$  pont. Mélység 432 cm. 1958. VI. 30.
  6. E szelvény: Balatonalmádi—Balatonvilágos vonalában, az aligai üdülő előtt.  $E_0$  pont. Mélység 150 cm. 1958. VII. 1.
- II. Alsó medence:
  1. F szelvény: Örvényes—Balatonföldvár.  $F_0$  pont. Mélység 325 cm. 1958. VII. 7.
  2. G<sub>1</sub> szelvény: Ságpuszta—Balatonszemes.  $G_{10}$  pont. Mélység 400 cm. 1958. VII. 7.
  3. G<sub>1</sub> szelvényben az É-i parthoz közelebb, 220 cm mélységből. 1958. IX. 29.
  4. I szelvény: Révfülöp—Balatonboglár.  $I_0$  pont. Mélység 375 cm. 1958. VII. 7.
  5. J<sub>1</sub> szelvény: Badaacsony—Fonyód.  $J_{10}$  pont. Mélység 373 cm. 1958. VII. 7.
  6. K szelvény: Szigliget—Balatonmária, felső, v.á.  $K_0$  pont. Mélység 373 cm. 1958. VII. 7.
  7. K szelvényben: Szigliget előtt. Mélység 160 cm. 1958. IX. 29.
  8. Szelvényen kívül, Szentmihálykapolna és Györök között, parti nádistól 100 m-re. Mélység 170 cm. 1958. VII. 7.
  9. Szelvényen kívül, Gyenesdiás előtt, parti nádistól 100 m-re. Mélység 150 cm. 1958. VII. 7.
- III. Keszthelyi medence:
  1. L szelvény: Balatongyörök—Balatonmária és Balatonberény között.  $L_0$  pont. Mélység 260 cm. 1958. IX. 29.
  2. L szelvényben, Györök előtt parton, kákásból. Mélység 150 cm. 1958. IX. 29.
  3. M szelvény: A medence legmélyebb pontja.  $M_0$  pont. Mélység 270 cm. 1958. IX. 29.
  4. Zala torkolata előtt 800 m-re. Mélység 140 cm. 1958. IX. 29.
  5. Szelvényen kívül, keszthelyi vágóhíd befolyásánál, 110 cm mélységből. 1958. IX. 29.

A minták átvizsgálása faj- és egyedszám tekintetében egyaránt igen szegény csillós faunát tárt fel.

A felső medencében mindössze a 2-es és 5-ös mintákban (vízmélység 400, illetve 432 cm) fordult elő a *Prorodon teres* EHRB., ml-ként 1—2 egyeddel. Tápláléka alga és flagelláta.

Az alsó medencében sem volt sokkal kedvezőbb az eredmény. A 3-as mintában (220 cm) egyetlen példányban került elő a kovamoszatokkal táp-

lálkozó *Strongylidium caudatum* KAHL faj. Az 5-ös mintában (373 cm) ml-ként 2—5 egyeddel az algákkal táplálkozó *Chilodonella uncinata* EHRB. volt képviselve. A 8-as mintában (170 cm) 1—2 egyed ml-kénti számban *Prorodon teres* fordult elő. Végül a 9-es mintában (150 cm) a baktériumfaló *Pleuronema prunulum* KAHL volt képviselve, ml-ként 2—4 egyeddel.

A keszthelyi medencében már kissé gazdagabb egyedszámú volt a csillós fauna. A Zala torkolata előtt begyűjtött 4-es mintában (140 cm) *Prorodon teres* képviselte a csillósokat, ml-ként 10—15 egyeddel. Az előző mintákban előfordultakkal ellentétben tápláléka főleg fonalas moszatokból és detritusból állott. Ugyanebben az anyagban fordult elő a flagellátákkal táplálkozó *Halteria grandinella* O. F. MÜLLER is, ml-ként 5—8 egyeddel. A 3-as mintában (270 cm) ugyancsak *Prorodon teres* és *Halteria grandinella* voltak jelen, de kisebb egyedszámban (1—2 e/ml). A 2-es mintában (150 cm) csak *Halteria grandinella* volt képviselve 1—3/ml egyedszámban. Az 5-ös mintában végül a baktériumfaló *Oxytricha fallax* STEIN képviselte a csillósokat 6—8 egyed/ml számban.

Az eredmények globális áttekintése azt mutatja, hogy a balatoni fenéküledék csillós faunája olyannyira szegény, hogy a szóbanforgó biotóppal kapcsolatban aligha beszélhetünk a vízi anyagforgalomra kiható jelentősebb csillós tevékenységről.

Az egyes medencékből, valamint a különböző mélységekből kiemelt minták eredményeinek összehasonlításából mégis vonhatunk le konkluziókat.

A felső medencétől a keszthelyi felé haladva a csillós fauna mind faj-, mind egyedszámban gazdagodik. A felső medencében csak két mintában és igen alacsony egyedszámban egyetlen csillós faj volt képviselve (*Prorodon teres*). Az alsó medencében már 4 faj volt jelen (*Strongylidium caudatum*, *Chilodonella uncinata*, *Prorodon teres*, *Pleuronema prunulum*), de az egyed-szám/ml érték még mindig alacsony, viszont már négy mintában voltak képviselve (mintánként 1—1 faj). A keszthelyi medencében csak 3 faj képviselte ugyan a csillósokat (*Prorodon teres*, *Halteria grandinella*, *Oxytricha fallax*), de az egyedszám lényegesen emelkedett, minden mintában legalább egy faj képviselve volt, a *Halteria* pedig 3 mintában is előfordult. Bár az átvizsgált minták száma kevés, a mélységek szerinti összehasonlítás arra mutat, hogy nagyobb faj- és egyedszámban általában a 200 cm mélységnél sekélyebb vízben leülepedett iszapban van képviselve a csillós fauna.

Az eredmények arra utalnak, hogy a balatoni fenéküledék csillós faunájának a tavi anyagforgalomra kiható tevékenysége főleg a sekélyebb vizekben, a partok közelében juthat érvényre. A detrituszt fogyasztó fajok számának emelkedése is ezen a részen várható. A kérdés tisztázásához további vizsgálatok szükségesek, és ezen belül kiemelendő a Keszthelyi-medence részletesebb feltárásának szükségessége.

#### IRODALOM

- FRANCÉ, R. (1897): Protozoen. — *Res. Wiss. Ergebn. d. Balatonsee*. 2, 1, 1—46.  
 GELLÉRT, J. és TAMÁS, G. (1958): Detritusz-túrzások kovamoszatainak és csillósainak ökológiai vizsgálata a Tihanyi-félsziget keleti partján. — *Annal. Biol. Tihany*, 25, 217—240.  
 GELLÉRT, J. és TAMÁS, G. (1959): Detritusz-túrzások kovamoszatainak és csillósainak ökológiai vizsgálata a Tihanyi-félsziget déli partján. — *Annal. Biol. Tihany*, 26, 223—235.

- GELLÉRT, J. és TAMÁS, G. (1960): Detritusz-túrzások kovamoszatainak és csillósainak ökológiai vizsgálata a Balaton déli partján. — *Annal. Biol. Tihany*, **27**, 55—64.
- SEBESTYÉN, O. (1953): A Balaton planktonjának Oligotricha Ciliátáiról. — *Annal. Biol. Tihany*, **21**, 49—62.
- SEBESTYÉN, O. (1958): Mennyiségi planktontanulmányok a Balatonon. VII. Biomassza számítások a nyíltvízi Oligotricha Ciliátákon. — *Annal. Biol. Tihany*, **27**, 115—130.
- STILLER, J. (1931): Die Peritrichen Infusorien von Tihany und Umgebung. *M. Biol. Kut. Int. Munk.* **4**, 171—225.
- STILLER, J. (1932): Tihany-környéki Peritrichák különös tekintettel az ökológiai viszonyokra. — *Allatt. Közl.* **29**, 33—42.
- STILLER, J. (1935): Drei neue Peritrichenarten aus dem Balaton-See. — *Acta Biol., Szeged*, **3**, 149—157.
- STILLER, J. (1941): Epizoische Peritrichen aus dem Balaton. I. — *M. Biol. Kut. Int. Munk.*, **13**, 211—223.
- STILLER, J. (1949—50): Epizoische Peritrichen aus dem Balaton. II. — *MTA Tihanyi Biol. Kut. Int. Évk.*, **19**, 15—37.
- TAMÁS, G. és GELLÉRT, J. (1958): Parti kövek bevonatának kovamoszatai és csillósai a Tihanyi-félsziget keleti részén. — *Annal. Biol. Tihany*, **25**, 141—150.
- TAMÁS, G. és GELLÉRT, J. (1959): Parti kövek bevonatának kovamoszatai és csillósai a Tihanyi-félsziget déli részén. — *Annal. Biol. Tihany*, **26**, 237—245.
- TAMÁS, G. és GELLÉRT, J. (1960): Adatok a balatoni hidropszammon élővilágának ismeretéhez. — *Annal. Biol. Tihany*, **27**, 65—73.

## ANGABEN ZUR KENNTNIS DER ZILIATEN IM BODENSEDIMENTE DES BALATON

József Gellért

### Zusammenfassung

Die Ziliaten-Protozoen des Bodensedimentes des Balaton sind bisher noch wenig bekannt. Eine Durchmusterung der aus der Tiefen-Längsachse des Sees aus verschiedenen Tiefen gesammelten Proben ergab eine recht arme Ziliaten-Fauna. Aus dem Sediment kamen insgesamt 6 Ziliaten-Arten zum Vorschein.

Im oberen Becken repräsentierten *Prorodon teres* EHRB., im unteren Becken *Strongylidium caudatum* KAHL, *Chilodonella uncinata* EHRB., *Prorodon teres* und *Pleuro-nema prunulum* KAHL, im Becken von Keszthely *Prorodon teres*, *Halteria grandinella* O. F. MÜLLER und *Oxytricha fallax* STEIN die Ziliatenfauna.

Hinsichtlich der Individuenzahl zeigte sich die Bucht von Keszthely am reichsten. Besonders in den aus geringerer Tiefe eingesammelten Proben fanden sich Ziliaten in größerer Arten- und Individuenzahl. Das Ergebnis der Untersuchungen weist darauf hin, daß die auf den Stoffumsatz des Sees bezügliche Tätigkeit der Ziliatenfauna des Bodensedimentes im Balaton sich hauptsächlich in den geringeren Tiefenlagen, in Ufernähe geltendmacht. Auch das Maß des Detritusverbrauches dürfte an diesen Stellen bedeutender sein.



## ADATOK A FOGASSÜLLŐ (*LUCIOPERCA LUCIOPERCA* L.) GYOMOREMÉSZTÉS IDŐTARTAMÁNAK HŐMÉRSÉKLET OKOZTA VÁLTOZÁSÁRÓL

MOLNÁR GYULA

Agrártudományi Egyetem Állattani Tanszék  
Gödöllő

TÖLG ISTVÁN  
Tihany

### Bevezetés

A fogassüllőn a Balaton legértékesebb és a tó ragadozóhal állományának legnagyobb részét kitevő halfajon végzett táplálékvizsgálatok (LUKÁCS 1932; ENTZ B. és LUKACSOVICS 1957; WOYNÁROVICH 1959) eredményei kiindulási alapot nyújtottak emésztési kísérleteinkhez. WOYNÁROVICH nagy példányszámú vizsgálatait teljesen tisztázták a legfontosabb nagyságcsoportok táplálkozási viszonyait; ezenkívül érdekes mellékadatokat és kísérletekkel tisztázandó kérdéseket nyújtottak a laboratóriumi munka számára. WOYNÁROVICH az 500 g testsúlyon aluli balatoni süllők tekintélyes hányadának (40—80%) gyomrában nem talált táplálékot. Ez a jelenség a süllővel foglalkozó irodalom adataival összehasonlítva szoktalan. A nagyszámú üres gyomrú süllő láttán kérdések vetődtek fel: Mikor táplálkozott utoljára az üres gyomorral hálóba került süllő? Mennyi idő kell a süllőgyomor kiürüléséhez? Ismerve a természetes vizek hőfokának időszakos változását és a hőmérséklet döntő befolyását a halak anyagcseréjére, ezekre a kérdésekre csak eltérő hőmérsékleteken végzett kísérletsorozatok eredményei alapján válaszolhattunk.

Woynárovichnak az a megállapítása, hogy a süllő gyomrában általában azonos emésztettségű táplálékhalak találhatók, indítékot ad arra, hogy kísérleti adatokból a természetes viszonyok közötti gyomoremésztés időtartamára és a táplálékfelvétel gyakoriságára következtessünk. A gyakran számos táplálékhalból álló gyomortartalom egyöntetű emésztettségi állapota, valamint a még ép halak mellett található gerincmaradványok arra utalnak, hogy a fogassüllő csak akkor vesz fel újabb táplálékot, amikor a gyomor már kiürült, illetve az előző táplálékból már csak a gerincoszlop maradt emésztetlenül. Éppen ezért a hőmérsékletre jellemző gyomoremésztés időtartamból a táplálékfelvétel gyakoriságára következtethetünk. A gyomortartalomnak a bélcsatornától elkülönített vizsgálata a süllő feltehetően szakaszos táplálékfelvételét tekintetbe véve tehát azért lényeges, mert az ismételt táplálkozást a gyomortartalom tekintélyes részének elpépesedése és ezzel a gyomor kiürülése határozza meg.

Mivel a gyomoremésztés időtartamának a bélcsatornától elkülönített vizsgálatára, az irodalomban megfelelő módszert nem találtunk, 1959—60-ban röntgenológiai módszert dolgoztunk ki ennek megfigyelésére (MOLNÁR—TÖLG 1960). A röntgenfelvételen a süllőgyomor kiürülése pontosan meghatározható, így a gyomoremésztési kísérleteinket ezzel a módszerrel kielégítő pontossággal végezhattük.

### A kísérletek leírása

A gyomoremésztés időtartamára vonatkozó kísérleteinket 25–30 cm testhosszúságú balatoni fogassüllőkkel végeztük. A halakat balatonvízzel átfolyatott akváriumokban tartottuk. A táplálékot a 8–10 cm hosszúságú küszöket (*Alburnus alburnus* L.) a süllők előzetes 4–10 napos éheztetése után egyszerre mesterséges tömással juttattuk a gyomorba. Minden süllő gyomrába egy küszt tömtünk. A 8–10 cm hosszúságon belül a kisebb küszök a kistestű, a nagyobbak a fejlettebb süllőkbe kerültek.

A süllő gyomoremésztésének időtartamát öt hőmérsékleten 5, 10, 15, 20 és 23 C°-on határoztuk meg. A kísérletenként azonos nagyságú süllők és táplálékhalak alkalmazásával adatainkból a gyomorkiürülés időtartamának folyamatos hőmérsékletgörbójét kívántuk megszerkeszteni. A különböző hőfokú kísérleteinket mindig abban az időszakban végeztük, amikor a Balaton hőmérséklete közel azonos volt a kísérleti akváriumok vizével. Vizsgálataink ezért egy egész évre terjedtek. Minden kísérlethez frissen fogott süllőket használtunk fel. A víz hőfokától eltekintve a kísérleti körülmények azonosak voltak.

Egy-egy hőmérsékleten 10–10 süllő szerepelt. A süllőket az elülső csontos hátúszó alatt felerősített, számozott cédulával különböztettük meg. A táplálékhalakat, esetleges kihányásra gondolva, variált farokúszócsonkítással jelöltük. Így kihányás esetén könnyen megállapíthattuk, hogy a gyomorból kikerült küsz melyik süllőhöz tartozik.

Kísérleti adatainkat 20 C° után csak a 23 C°-os kísérlettel bővíthettük, mivel a fogassüllő akvárium életbentartása 20 C° felett már rendkívül nehéz. Az adott körülmények mellett mindeztideig nem sikerült a tervezett 25 C°-os kísérleteket lefolytatnunk.

A kísérleti halakról készült ellenőrző felvételeket az általunk már közölt módon SIEMENS röntgengolyóval felvételi kazettákon készítettük (MOLNÁR és TÖLG 1960).

### Kísérleti eredmények

A 10–10 süllő adataiból számított gyomorkiürülési idő középértékét és az átlagtól való eltérések nagyságát (standard deviáció = *s*) az öt különböző hőmérsékleten az 1. táblázat tartalmazza.

1. táblázat

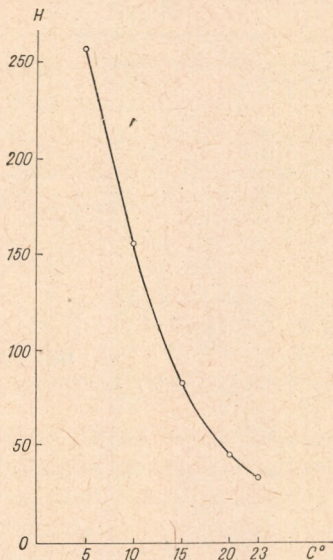
A 25–30 cm hosszúságú fogassüllő gyomorkiürülési idejének középértéke egy-egy 8–10 cm testhosszúságú küsz emésztése esetén

Hőmérséklet C° .....	5	10	15	20	23
Gyomor kiürülése, óra	257,2	156,7	83,0	45,0	34,0
<i>s</i> óra .....	37,7	14,6	15,2	4,9	3,05

Az 1. táblázat adataiból látható, hogy 5 C°-tól a hőmérséklet emelkedésével a gyomoremésztés rohamosan gyorsul. Ha az 5 C°-on tapasztalt 257

óras gyomorkiürülési időt 100%-nak vesszük, akkor 10 C°-ra jellemző gyomorkiürülési idő 60,9; a 15 C°-é 32,0; a 20 C°-on 17,5% 23 C°-on pedig csak 13,2%. Amint a poikilotherm szervezetek anyagcseréjére vonatkozó kísérletek adataiból ismeretes, az egyes hőfokhatárok között itt is az alacsonyabb hőmérsékleten nagyobb az intenzitás-emelkedés. Ez jól szembevetendő a kísérleti adatok grafikus ábrázolásában (I. ábra).

Az I. ábrán a koordináta rendszer  $y$ -tengelyén az emésztéshez szükséges időtartamot órákban, az  $x$ -tengelyén pedig a hőmérséklet értékeit ábrázol-



I. ábra. A függőleges tengelyen a gyomoremésztés időtartamát órákban (H), a vízszintes tengelyen a hőmérséklet értékeit (C°) tüntettük fel. Szembetűnő a hőmérséklet emelkedésével mindig csökkenőbb tendenciát mutató időtartamemelkedés

Abb. 1. An der Ordinate ist die Dauer der Magenverdauung in Stunden (H), an der Abszisse der Temperaturgrad (°C) angegeben. Auffallend zeigt sich, daß mit dem Ansteigen der Temperatur eine stetig fallende Tendenz des Ansteigens der Dauer festzustellen ist

juk (C°). A gyomorkiürülési átlageredmények ilyen felvitelével a fogassüllő gyomoremésztése intenzitásának és a hőmérsékleten összefüggésére jellemző görbét szerkeszthetjük meg. A kísérleti adatokból nyert görbe jól érzékelteti, hogy a gyomoremésztési időtartam a növekvő hőmérséklettel rohamosan rövidül. 5 C°-tól 15 C°-ig ez a csökkenés egyenesirányú, majd a görbe simulni kezd az  $x$ -tengelyhez.

Amennyiben 23 C° felett is sikerülne a kísérleti süllők életbentartása, akkor értékes adatokat nyernénk az élő süllők magasabb hőmérsékleten megnyilvánuló gyomortevékenységről. Kísérleti adatok hiányában a süllő letális hőmérsékletének közelsége miatt értelmetlen lenne a görbét magasabb hőfokokra matematikailag megszerkeszteni. Kísérleti adatok nélkül bizonytalan, hogy az emésztésintenzitására jellemző görbe 23 C° felett fokozatosan elfekszik, avagy az elpusztulásig tovább közeledik a vízszintes tengely felé.

Véleményünk szerint az első lehetőség a valószínűbb, de a kérdés tisztázására 25 °C-os, esetleg magasabb hőmérsékletű kísérleteket is beállítunk. Ebben a kérdésben ezek nélkül teljes bizonyossággal nem foglalhatunk állást.

Kísérleti adataink statisztikai értékelésénél a varianciaszámítás során nyert értékeket a 2. táblázat tartalmazza.

2. táblázat

A fogasszülő gyomoremésztési kísérletek átlagadatainak varianciaszámításából kapott értékek

A variabilitás oka	Eltérés-négyzetek összege	Szabadság fok	Variancia	F	F P = 1%
Hőmérséklet . . . . .	344 445,68	4	86 111,42	396,18	3,89
Ismétlés . . . . .	7 312,98	9	812,55	2,99	2,94
Hiba . . . . .	9 768,72	36	271,35	—	—
Összes . . . . .	361 527,38	49	—	—	—

A 2. táblázat adataiból látható, hogy kísérleteinkben a gyomoremésztési időtartamban mutatkozó különbségeket döntő mértékben a hőmérséklet megváltozása okozta (344445,68). A hőfok különbség befolyása mellett a hiba mértéke (9768,72; 3,1%) eltörpül, ezért kísérleteink körülményeit megfelelőnek tekinthetjük.

A különböző hőmérsékleteken kapott gyomorkiürülési idők középértékeinek összehasonlítása és az egymástól való különbségük helytállóságának megvizsgálására szignifikanciaszámítást végeztünk (WEBER 1957). Számításaink értékeit a 3. táblázat tartalmazza. A táblázatban a különböző hőmérsékletek rovatainak találkozásánál feltüntetett szám adatok két-két középérték különbségét mutatják. A középértékek 0,1%-os szinten akkor térnek el egymástól, ha a táblázatban közölt különbség a 26,42 órát meghaladja.

3. táblázat

A középértékek 0,1%-os szintű különbségének táblázata

°C	5	10	15	20
23	233,2	122,7	49,0	11,0
20	212,2	111,7	38,0	—
15	174,2	73,7	—	—
10	100,5	—	—	—

A szignifikáns differencia 0,1%-os szinten 26,42<sup>h</sup>; 1%-os szinten 20,02<sup>h</sup>; 5%-os szinten pedig 14,94<sup>h</sup>.

A 3. táblázat számadataiból látható, hogy csupán a 20 és 23 C°-on végzett kísérletek között nincs szignifikáns különbség. Ez a körülmény az 5 C°-os ugrás helyetti 3 C°-os hőmérséklet különbséget és a 20 C° feletti emésztési időtartam rövidegét tekintve, kísérleteink eredményeinek helytállóságát, valamint az általunk megadott gyomorkiürülési görbe helyességét nem érinti.

### A kísérleti adatokból levonható néhány következtetés

A gyomor kiürülésének idejét ábrázoló görbéből, az éghajlatunk alatti természetes vizek hőmérsékletváltozásait figyelembevéve nyilvánvaló, hogy a hideg téli hónapokban a fogassüllő gyomoremésztése lényegesen lassúbb a nyárinál. A gyomor kiürülése által befolyásolt táplálékfelvétel ebből következően télen ritkább. A meleg nyári hónapokban az intenzívebb gyomorműködés megfelelő táplálékkészlet esetén sűríti az élelemfelvételek számát.

Megismerve a téli és a nyári gyomorműködés közötti különbség hozzávetőleges mértékét a halak táplálkozására vonatkozó adatok értékelésénél feltétlenül figyelembe kell vennünk a környezet hőmérsékletének hatását. Emésztési vizsgálataink egyik kiindulópontja a WOYNÁROVICH-féle balatoni süllőgyomortartalom vizsgálat megállapításai is többet mondanak a gyomoremésztés és a hőmérséklet viszonyának behatóbb tanulmányozása után. A WOYNÁROVICH által megállapított nyári balatoni süllőéhezés oka a kétségtelen táplálékhiányon kívül a melegebb környezetben folyó fokozottabb emésztésben is keresendő. Ezt úgy is kifejezhetjük, hogy a Balaton táplálékkészlete a meleg időszakban nem elégíti ki a süllő fokozottabb anyagszerjének igényét. Ezt a gondolatmenetet folytatva megjegyezzük, hogy a hidegebb őszi, téli és tavaszi hónapokban talált időszakos táplálékhiány enyhülésnél feltétlenül figyelembe kell vennünk a renyhébb gyomorműködés következtében kialakult mérsékelt táplálékigényt. A hidegebb időszakban a süllőgyomorból, tehát csak a lassúbb emésztési időtartam figyelembe vétele után következtethetünk a táplálékhiány enyhülésére.

A balatoni fogassüllő téli táplálékvizsgálataiból (ENTZ és LUKACSOVICS 1957; WOYNÁROVICH 1959) tudjuk, hogy ebben az időszakban nem tapasztalható a nyárihoz hasonló általános éhezés. A hideg hatására a felszínről a mélyebb vízrétegekbe vonuló küszrajok, valamint a fenéken élő halfajok téli csoportosulása a balatoni süllőállomány tagjainak a nyárinál sokkal bőségebb táplálék alapot nyújtanak. Kísérleti adataink viszont arra mutatnak, hogy a meleg időszakénál lényegesen lassúbb téli gyomorműködés miatt ez a hidegebb hónapokra korlátozódó táplálék bőség kevésbé kihasználható, és ezért nem tekinthetjük a balatoni süllőtáplálkozás oly számottevő tényezőjének, amint az a gyomortartalom vizsgálatok közvetlen adataiból látszik. Ezek szerint egy téli nyári süllőgyomrot az állomány szempontjából sokkal értékesebbnek tartunk, mint az ugyanolyan mennyiségű téli gyomortartalmat. A különböző hőmérsékleten elfogyasztott egységnyi süllőtáplálék egyenértékére még további vizsgálatokat és statisztikai elemzéseket végzünk, így eddigi kísérleteinket ebből a szempontból csak kiinduló lépésnek tekintjük.

Végezetül hálás köszönetet mondunk a Balatoni Halászati Vállalat Igazgatóságának a kísérleteinkhez szükséges élő süllők átadásáért és a megszerzésükben nyújtott támogatásért. Kísérleti adataink statisztikai értékelése közben adott baráti segítséget PRÉCSÉNYI ISTVÁN egyetemi adjunktusnak köszönjük.

## Összefoglalás

1. A balatoni süllő táplálékvizsgálati adatainak tanulmányozása során felmerült, hogy mennyi idő szükséges a süllőgyomornak az újabb táplálkozást befolyásoló kiürüléséhez?

2. A kérdés tisztázására az 1959-ben kidolgozott röntgenológiai módszerünk alkalmazásával eltérő hőmérsékletű kísérleteket állítottunk be.

3. A kísérletekhez 25–30 cm testhosszúságú süllőket használtunk. A kísérleti halak gyomrába egy-egy 8–10 cm-es küszt tömtünk és figyeltük a gyomor kiürülésének idejét. 5, 10, 15, 20, 23 C°-on végeztük kísérleteinket.

4. Az eltérő hőmérsékleteken kapott, 10–10 hal adatából számított gyomor kiürülési idők átlagadatait az 1. táblázat, a kísérletek helytállóságának statisztikai értékelését pedig a 2., illetve a 3. táblázatok mutatják.

5. A hőmérséklet emelkedésével rövidülő gyomoremésztési időtartamot az 1. ábrán bemutatott grafikon szemlélteti.

6. A táplálkozás gyakoriságát befolyásoló gyomoremésztés időtartam és a hőmérséklet összefüggését ismerve, a ragadozó halak táplálékvizsgálatainál ezt a tényezőt is figyelembe kell vennünk.

## IRODALOM

- ENTZ, B., LUKACSOVICS, F. (1957): Vizsgálatok a téli félévben néhány balatoni hal táplálkozási, növekedési és szaporodási viszonyainak megismerésére. — *Annal. Biol. Tihany*. **27**, 71–86.
- LUKÁCS, K. (1932): A balatoni fogasról. — *Term. Tud. Közöny* **64**, 3.
- MOLNÁR, GY., TÖLG, I. (1960): Untersuchung der Dauer der Magenverdauung des Zanders mittels einer röntgenologischen Methode. — *Acta Biologica* **11**, 103–108.
- WEBER, E. (1957): Grundriss der Biologischen Statistik. 3. Auflage G. Fischer Jena. 1—
- WOYNÁROVICH, E. (1959): A 300–500 g súlyú negyedosztályú süllő táplálkozása a Balatonban. — *Annal. Biol. Tihany*. **26**, 101–120.

## ANGABEN ZUM DURCH VERSCHIEDENE TEMPERATURGRADE VERURSACHTEN WECHSEL IN DER DAUER DER MAGENVERDAUUNG DES ZANDERS (*LUCIOPERCA LUCIOPERCA* L.)

Gyula Molnár

Agrarwissenschaftliche Universität, Lehrstuhl für Tierkunde, Gödöllő

István Tölg

Biologische Forschungsinstitut, Tihany

## Zusammenfassung

Gelegentlich der Auswertung der am Balaton-Zander vorgenommenen Ernährungs-Untersuchungen ergab sich auch die Frage der Dauer der Magenverdauung zu verschiedenen Temperaturgraden. Die Klärung dieser Frage ist, zumal die Entleerung des Magens sicherlich die Häufigkeit der Nahrungsaufnahme wesentlich beeinflusst, — auch vom fisch- und fischerei-biologischen Standpunkt aus interessant.

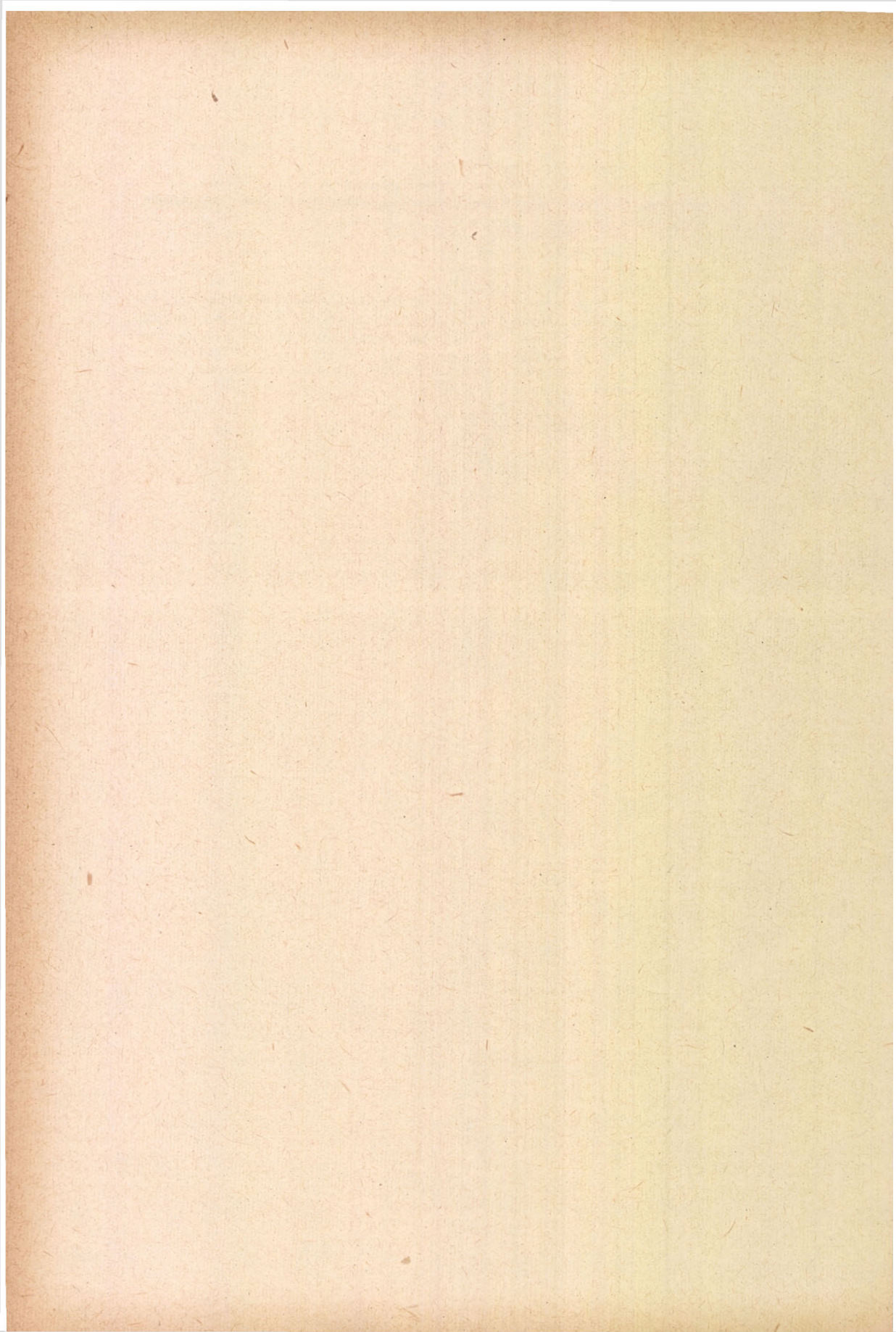
Verfasser haben zur Untersuchung der Verdauung im Magen, getrennt von jener im Darmkanal, eine röntgenologische Methode bearbeitet. (MOLNÁR und TÖLG, 1960). Mittels dieser ihrer Methode läßt sich der Zeitpunkt der Entleerung des Magens und somit die Dauer der Magenverdauung genau feststellen.

Die Versuche wurden an 25–30 cm großen Balaton-Zandern (*Lucioperca lucioperca* L.) vorgenommen. Als Nahrung wurde in den Magen jedes Zanders je eine, 8–10 cm

lange Ukelei (*Alburnus alburnus* L.) gestopft. Die Untersuchungen wurden bei 5, 10, 15, 20 und 23 °C vorgenommen. Die Versuche wurden bei allen Temperaturgraden mit je 10 Fischen angestellt und zu jedem Versuch frisch gefangene Zander verwendet.

Die durchschnittliche Dauer der Magenverdauung sowie die Summe der Abweichungen vom Durchschnitt (standard deviation = S) bezogen auf die 5 verschiedenen Temperaturgrade wurde in der *Tabelle 1* zusammengestellt. Der vom Temperaturgrad abhängige Wechsel der Dauer der Magenverdauung ist aus der *Abb. 1* zu ersehen. *Tabelle 2* bzw. *Tab. 3* zeigen die statistische Auswertung ihrer Versuchsangaben.

Verfasser leiten aus ihren Versuchsangaben, — obzwar sie ihre Arbeit bloß als einen anfänglichen ersten Schritt ansehen, — die Folgerung ab, daß die Rolle der, die Schnelligkeit der Verdauung und demnach auch die Häufigkeit der Nahrungsaufnahme beeinflussenden Umwelttemperatur bei, an Raubfischen vorgenommenen Ernährungsuntersuchungen unbedingt zu berücksichtigen wäre. Aus den zu verschiedenen Jahreszeiten angestellten Ernährungsuntersuchungen an Fischen lassen sich Folgerungen auf den Zustand der Nahrungsversorgung des betreffenden Fisches erst nach Berücksichtigung der Temperaturverhältnisse ableiten.





## ÜBER DIE ERNÄHRUNG EINIGER AMPHIPODEN (CRUSTACEA) IN UNGARN

JENŐ E. PONYI

Eingegangen am 8. März, 1961

Mit der Nahrung der Amphipoden haben sich ziemlich viele Autoren befaßt. In dieser Beziehung ist eine der am meisten untersuchten Arten der in Westeuropa allgemein verbreitete *Gammarus pulex fossarum* KOCH.

Laut den Untersuchungen von HAEMPEL (1908) befinden sich in ihrem Darmkanal zumeist pflanzliche Reste, grüne Algen, während Nahrung tierischen Ursprungs (Würmer, Insekten, usw.) bloß fallweise in Spuren anzutreffen war. WUNDSCH (1922) fand bei seinen in Deutschland, sowie MOTTRAM (1934) bei seinen in England angestellten Versuchen, daß die Tiere nebst allen sonstigen Nahrungen die Reste von Blättern bevorzugen und daß sie ein Verzehren von Nahrung tierischen Ursprungs nicht einmal versuchen. MARGALEF (1948) beobachtete dagegen gerade im Gegenteil, daß diese Art sich ausschließlich von Tieren (*Cyclops*, Insekten) ernährt. Die Untersuchungen von HYNES (1954) in England wiederum beweisen, daß die genannte Art sich in erster Linie von pflanzlichen Stoffen ernährt, deren größter Teil aus Kormophyten stammt, nebst welchen bloß geringe Mengen von Algen (*Ulothrix*, *Navicula*, *Synedra*, *Pinnularia*) vorkamen. In einzelnen Fällen waren auch Reste von Moosarten anzutreffen. Die aus animalischen Stoffen (Arthropoden) stammenden, zumeist aus derartig winzigen Stückchen bestehenden Reste konnten wegen ihrer Kleinheit des Näheren nicht bestimmt werden. Offenbar lassen sich Reste gewisser Tiergruppen (Protozoen, Anneliden) im Darmkoth schwer auffinden. Der Verfasser hat seine Beobachtungen auch mit Fütterungsversuchen ergänzt und festgestellt, daß die Nahrung des *Gammarus pulex* sich zu 3/4 Teil aus pflanzlichen und zu 1/4 aus animalischen Stoffen zusammensetzt.

Von einer anderen, ebenfalls sehr oft untersuchten Art, dem *Gammarus duebeni* LILLJ. behauptet FORMANN (1951), daß das Tier sich von den pflanzlichen oder animalischen Stoffen ernährt, welche ihm eben erreichbar unterkommen. SEXTON (1924) fand, daß bei dieser Art der Kannibalismus recht häufig ist. Nach MACAN (1950) ist dieser Tier ein größerer „Fleischfresser“, als alle anderen Arten. HYNES (1954) stellt auf Grund seiner diesbezüglichen Untersuchungen fest, daß die Nahrung des aus verschiedenen Biotopen stammenden *Gammarus duebeni* jener des *Gammarus pulex* gleicht (siehe oben!), obzwar bei letzterem die Nahrung tierischen Ursprunges um Einiges vorherrscht. KINNE (1959) hält diesen für einen Allesfresser (omnivora).

DAHL (1915) fand gelegentlich seiner Versuche in Norwegen, daß der *Gammarus lacustris* SARS sich hauptsächlich von pflanzlichen Stoffen ernährt,

jedoch häufig auch z.B. in Fischnestern Schaden anrichtet. CLEMENS gelangte bei seinen Untersuchungen in Nordamerika (1950) zu ähnlichen Feststellungen.

### Methode der Untersuchung des Darminhaltes

Wir haben die Darminhalts-Untersuchungen teils an konservierten (in Alkohol, Formalin), teilweise an frisch gefangenen und im Aquarium gehaltenen, lebenden Tieren vorgenommen. Wir haben den Darmtrakt der lebenden Tiere praepariert, von Außen abgespült, abschnittsweise zerstückelt und Aufstriche auf Objektivträgern angefertigt. Bei der Untersuchung der im Darmkoth enthaltenen Reste tierischen Ursprunges (Copepoden-Gliederstücke, Schalen von Ostracoden, u. s. w.) ist es zweckmäßig, den praeparierten Darmkanal mit kristallinischen Phenol durchsichtig zu machen (VETTER, 1937) und die auf diese Weise sichtbar gemachten Teilchen mittels einer Praepariernadel vorsichtig herauszuheben. Auf diese Weise kann man die an und für sich schon sehr gebrechlichen tierischen Bestandteile vor einem weiteren Zerfallen bewahren.

Wir haben unsere Untersuchungen auch mit Beobachtung im Aquarium, sodann auch im Falle von *Synurella ambulans* MÜLL. und *Gammarus (Rivulogammarus) roeselii* var. *triacanthus* SCHÄFERNA Art bzw.-Form durch ein Studium ihrer Nahrungsaufnahme ergänzt (Methode: PONYI 1955, 1956).

### Ergebnisse der Darmuntersuchungs-Analysen

Aus den Angaben der *Tabelle 1* geht hervor, daß die untersuchten Amphipoden-Arten sich in erster Linie von pflanzlicher Nahrung ernähren. Diese Feststellung schließt sich im Wesen an die Ansicht der vorhin genannten Autoren an, welche nach Untersuchung sonstiger *Gammarus*-Arten (*Gammarus duebeni*, *Gammarus pulex fossarum*, *Gammarus fasciatus* u. s. w.) sich zu derselben Ansicht bekannt haben (HAEMPEL 1908, WUNDSCH 1922, MOTTRAM 1934, SEXTON 1928, HYNES 1954 u. s. w.).

Die pflanzlichen Stoffreste, Fasern\* waren zumeist mit feinen Quarzkörnchen vermischt, welche besonders in den aus dem Balaton stammenden Tieren in großen Mengen anzutreffen waren. Außer diesen fanden sich bei vielen, — und besonders bei denen aus dem Ableitungskanal des Römerbades bei Budapest gesammelten *Gammarus roeselii* — Diatomeen in größeren Mengen. Im Darminhalt von *Synurella* fanden wir in geringeren Mengen *Anabaena* und *Synedra*. Die Nahrungsüberreste tierischen Ursprunges stammten von Gliederfüßlern, namentlich waren es Gliederreste und Schalenbruchteile und Stückchen von Kopfteilen von Copepoden, Cladoceren, Ostracoden, Chironomiden und sonstigen Insektenlarven. In einzelnen Fällen waren auch Gliedmaßen teilchen junger Amphipoden zu erkennen.

Gelegentlich von Fütterungsversuchen im Aquarium konnten wir besonders bei *Gammarus roeselii* (Vertreter des Nage- und Raubtier-Typus)

\* Die länglichen Rohrbruchteilchen sowie die farblosen durchsichtigen Teile der Epidermis des Rohres finden sich überaus häufig im Darm des *Dicerogammarus* des Balaton.

Tabelle 1.

Untersuchte Arten	Ort der Sammlung	Zeitpunkt	Zahl der untersuchten Individuen	Art der Nahrungs- aufnahme	Typus der Nahrungs- auf- nahme	Zusammensetzung und Verteilung des Darminhaltes bei den untersuchten Tieren/Stück, in %-en					
						nur pflanzliches Vorkommen		pflanzl. und tierische, gemischt		nur tierisches Vorkommen	
						Stück	%	Stück	%	Stück	%
<i>Dicerogammarus haematobaphes</i> <i>balatonicus</i> Ponyi	Balaton	7.1953 6.1957	90	Filtrieren (typisch)	»Filt- rie- rung«	84	93	6	7	—	—
<i>Dicerogammarus villosus</i> <i>bispinosus</i> Mart.	Balaton	6.1957	110	Filtrieren		99	90	8	7	3	3
<i>Dicerogammarus villosus</i> <i>bispinosus</i> Mart.	Donau (Alsógöd)	8.1956	40	Filtrieren		34	85	4	10	2	5
<i>Synurella ambulans</i> Müll.	pflanzenreiches Seichtwasser (Kistelek)	4.1957	16	Filtrieren und und Nagen	»Über- gang«	13	81	2	13	1	6
<i>Gammarus</i> ( <i>Rivulogammarus</i> ) <i>pulex fossarum</i> Koch	Bach (Pilis- Gebirge)	8.1956	30	Filtrieren und Nagen		20	67	7	23	3	10
<i>Gammarus</i> ( <i>Rivulogammarus</i> ) <i>roeselii</i> var. <i>triacanthus</i> Schäf.	Aszóföer Bach	7.1958	80	Nagen	»Nager oder Raub- tier«	55	69	16	20	9	11
<i>Gammarus</i> ( <i>Rivulogammarus</i> ) <i>roeselii</i> Gerv.	Römerbad- Abfluss (Budapest)	7.1956	60	Nagen (typisch)		40	67	12	20	8	13

das Verzehren von tierischer Nahrung unter solchen Bedingungen beobachten, bei welchen in ihrer Umwelt auch pflanzliche Nahrung reichlich vorhanden war. So haben sie z. B. *Synurellen* sozusagen innerhalb weniger Minuten verzehrt und nahmen auch junge *Asellen* bereitwillig an. Wir konnten auch die Verzehrung von *Daphnia magna* sowie Ostracoden-Arten (*Candona*) in mehreren Fällen beobachten. Allgemein war jedoch ein spitzenartiges Benagen von im Wasser befindlichen verrotteten Blättern. Bei *Gammarus (Rivulogammarus) roeselii* var. *triacanthus* und *Synurella ambulans* konnte, — wenn auch seltener, — ein Verzehren von tierischen Organismen festgestellt werden.

Bei *Dicerogammarus haematobaphes balatonicus* (dem charakteristischen Vertreter des Filtrierer-Typs) konnten wir ein Verzehren von tierischer Nahrung nicht beobachten. In Glaskästen gehalten (der Boden war 3 cm hoch mit Schotter bedeckt und darüber zog sich eine Schicht kleiner Kiesel) gruben sich die Tierchen kleine Vertiefungen, in welchen ihr ganzer Körper mehr-weniger Platz fand und bloß ihre Antennen hervorregten. (Abb. I.) Aus der durch die charakteristische Bewegung ihrer Filtrier-Gliedmaßen (Antennen II, Gnathopodien) verursachten Strömung filtrierten sie die schwebenden Teilchen heraus. Auch im Falle des *Dicerogammarus villosus bispinosus* konnten wir keine Aufnahme tierischer Nahrung beobachten.

Ein interessanter Zusammenhang zeigt sich zwischen der Zusammensetzung des Darminhaltes und der Art und Weise der Nahrungsaufnahme. Wir wollen darum kurz auf die Besprechung des Ernährungsmechanismus der Tierchen eingehen.

Bei unseren früheren Untersuchungen (PONYI 1955, 1956) konnten wir bezüglich der Arten *Dicerogammarus haematobaphes balatonicus*, *Dicerogammarus villosus bispinosus*, *Gammarus (Rivulogammarus) fossarum*, *Gammarus (Rivulogammarus) roeselii* feststellen, daß hinsichtlich ihrer Nahrungsaufnahme zwei Typen zu unterscheiden sind:

Im Falle des Filtrierungs-Typus werden die winzigen Nahrungspartikelchen (Detritus) durch die mittels der Pleopodien hervorgebrachte Wasserströmung durch die II. Antennen zu den Gnathopodien und Mundorganen geleitet. Diese sammeln die Nahrung durch aktives Filtrieren und führen sie zum Munde. Die zwischen den III. Uropodien und den Borsten und Dornen der Pereiopodien passiv angesammelte Filtriermasse wird durch die Gnathopodien „ausgebürstet“ und zu den Mundwerkzeugen weitergeleitet (Arten der Gattung *Dicerogammarus*).

Beim Nage- oder »Raubtiertypus« spielt das Filtrieren eine sekundäre Rolle. Die krallenartigen Bildungen des Gnathopodiums ergreifen die größeren Nahrungsteilchen (verrottete Pflanzenstückchen, tierische Organismen) und schieben diese der Mundöffnung zu. Die Verkleinerung derselben wird durch die Kaubewegung der pars incisiva und lacinia mobilis vollführt (*Gammarus (Rivulogammarus) roeselii*).

*Gammarus (Rivulogammarus) pulex fossarum*, welcher neben dem Durchfiltern auch die Verkleinerung vollführt, bildet einen Übergang zwischen den genannten zwei Typen.

Neuestens haben wir auch die Nahrungsaufnahme von *Gammarus (Rivulogammarus) roeselii* var. *triacanthus* Form untersucht, welche im Wesen mit jener der Stammform übereinstimmt, weshalb wir sie auch zum Nagetypus eingereiht haben.

Mit der Nahrungsaufnahme von *Synurella ambulans* hat sich nach den, uns zur Verfügung stehenden Literaturangaben bloß THIEM (1941) beschäftigt. Seine Feststellungen stimmen mit unseren Untersuchungen nicht überein. Genannter Autor hält im Ernährungsmechanismus des Tieres die durch Nagen erfolgende Aufnahme der als Nahrung dienenden Blätter (verrottete Weiden- und Rohrblätter) für wichtig und fand bloß bei ganz jungen Tieren ein Verzehren von Detritus. Die Rolle des an der Oberfläche der Pflanzen befindlichen Belages als Nahrung konnte er nicht entscheiden.

Laut unseren Untersuchungen sind bei der Ernährung von *Synurella* die wesentlichen Momente die Folgenden:

a) Im Ruhezustand nimmt an der Hervorbringung der Wasserströmung nebst den Pleopodien auch der Hinterleib Teil, dessen energische Bewegungen auch eine Strömung verursachen. Das erste und zweite Gnathopodium kann schon vermöge ihres Aufbaues keine Filtrierarbeit leisten, sondern vermag nur die schwebenden Partikelchen zu den Maxillarfüßen zu lenken. Diese kleinen Teilchen werden durch die zweite Maxille herausfiltriert. Die Aufnahme größerer Nahrungsstücke (pflanzliche Teile und tierische Organismen) entspricht im Großen und Ganzen der Nahrungsaufnahme der bisher zum Nagetypus gereihten Tiere.

b) Das Tier nimmt einen großen Teil seiner Nahrung nicht im Ruhezustand zu sich, sondern wenn es sich am Boden, auf den Wasserpflanzen usw. fortbewegt. Im Laufe seiner Fortbewegung wühlt es den Boden auf und filtriert die kleinen Teilchen heraus oder holt sich die Algen von der Oberfläche der Pflanzen herab. Bei der Nahrungsaufnahme von *Synurella* spielt demnach das Filtrieren eine gleich wichtige Rolle, wie die Aufnahme der größeren Stücke (Übergangstypus).

Aus der *Tabelle 1* kann man ersehen, daß sich im Darminhalt der zum Filtrierertyp eingereihten Arten zu 85–93% rein pflanzliche Überreste befinden. Bei den zum Nagetyp gehörigen Arten ist dieser Wert bedeutend geringer (67–69%). Die Häufigkeit eines gemeinsamen Vorkommens von pflanzlichen und tierischen Resten bzw. jenes von bloß tierischen Resten allein steht in scharfem Gegensatz zu der beim erstgenannten Typus festgestellten; sie beträgt beim Filtrierertyp bloß 7–10 und 3–5%, beim Nagetyp 20 bzw. 11–13%. Die entsprechenden Verhältnisse der zwischen diese beiden Typen eingereihten Arten bilden einen Übergangszustand.

Eine derartige Gestaltung der Zusammensetzung des Darminhaltes stimmt auch mit der Art der Nahrungsaufnahme überein. Beim Filtrierertypus herrschen die pflanzlichen Teile vor, da die Voraussetzungen und Gegebenheiten ihrer Nahrungsaufnahme (zur Filtrierarbeit geeignete Endgliedmaßen) sie zum Ausfiltrieren der schwebenden Partikelchen, insbesondere von Detritus befähigen. Zu bemerken ist, daß sich auch innerhalb dieses Typus gewisse Unterschiede ergeben. Dies zeigt sich nicht nur darin, daß z. B. das prozentuelle Vorkommen der im Darm vorfindbaren rein pflanzlichen Reste beim *Diceroгамmarus* des Balaton (90–93%) um ein Weniges höher ist, als bei den in der Donau vorkommenden Individuen, sondern es ergeben sich auch gewisse Unterschiede bezüglich ihres Ernährungsmechanismus. Bei den aus dem Balaton stammenden Exemplaren ist die Filtriertätigkeit der I–II. Gnathopodien sehr lebhaft, während diese bei den aus der Donau stammenden langsamer vor sich geht. Darum geschah das Herausfiltrieren der gefärbten Teilchen im Laufe unserer Versuche bei den letzteren viel langsamer, besonders

wenn es durch die Maxillarfüße erfolgte, als dies bei den aus dem Balaton stammenden festzustellen war; die gefärbten Partikelchen erschienen bei diesen nämlich viel später im Vordarm, als bei den erstgenannten. Beim Nagetypus, — welchen wir nach MARSHALL und ORR (1950) — auch als Raubtiere bezeichnen können, tritt der Filtrierungs-Mechanismus im Verhältnis zum Benagen größerer pflanzlichen Teile bzw. dem Ergreifen von tierischen Organismen etwas zurück. Dies wird auch in der Zusammensetzung des Darminhaltes getreulich wiedergespiegelt. Im Falle des sogenannten »Übergangstypus« liegen die Verhältnisse ziemlich gleich, da bei den hierzu gehörigen Arten das Filtrieren und Verkleinern der größeren Teilchen in gleicher Weise beobachtet werden kann.

### Zusammenfassung

Die Nahrung der von uns untersuchten Tiere besteht in erster Linie und hauptsächlich aus pflanzlichen Stoffen, deshalb müssen wir uns der gleichen Ansicht von HYNES (1954) anschließen. Dieser Umstand wird auch durch die verschiedenen Züchtungsversuche (SEXTON 1928, LE ROUX 1933, CLEMENS 1950 u. a. m.), als auch durch unsere eigenen Fütterungsversuche bewiesen. Nach den Ergebnissen der Darminhalts-Analysen verringert sich das Vorkommen des rein pflanzlichen Darminhaltes stufenweise vom Filtrationstypus ausgehend, — über der Übergangstypus — gegen den Nagetypus hin (93 → 67%). Im Gegensatz dazu weist das Vorkommen der aus rein tierischen bzw. gemischten Stoffen bestehenden Darminhaltes ein perzentuell stufenweise Ansteigen auf (0 → 13%, bzw. 7 → 20%).

### LITERATUR

- CLEMENS, H. P. (1950): Life cycle and ecology of *Gammarus fasciatus* Say. — *Contr. Stone Lab. Ohio Univ.* **12**, 63.
- DAHL, K. (1915): En studie over Grund-artens eller Marfloens (*Gammarus pulex*) biologi og utbredelse i Norge. — *Tidsskr. Jäg. Fisk.* **44**, 1—32.
- FORSMAN, B. (1951): Studies on *Gammarus duebeni* Lillj., with notes on some rockpool organisms in Sweden. — *Zool. Bidr. Uppsala* **29**, 215—237.
- HAEMPEL, O. (1908): Über die Fortpflanzung und künstliche Zucht des gemeinen Flohkrebse (*Gammarus pulex* L. und *fluviatilis* R.). — *Allg. Fisch. Ztg.* **33**, 86—89, 110—114 und 137—141.
- HYNES, H. B. N. (1954): The ecology of *Gammarus duebeni* Lilljeborg and its occurrence in freshwater in Western Britain. — *Jour. Animal Ecol.* **23**, 38—84.
- KINNE, O. (1959): Ecological Data on the Amphipod *Gammarus duebeni*. A Monograph. — *Veröff. Inst. Meeresforsch. Bremerhaven* **6**, 177—202.
- MACAN, T. T. (1950): The freshwater shrimp. — *Ctry Sportsm.* **27**(294), 67—68.
- MARGALEF, R. (1948): Sobre el régimen alimenticio de los animales en agua dulce. 2 a comunicacion. — *Rev. Esp. Fisiol.* **4**, 207—213.
- MARSHALL, S. M. and ORR, A. P. (1960): Feeding and nutrition. in: Waterman: The physiology of Crustacea, **1**, 227—258.
- MOTTRAM, J. C. (1934): Some observations on the life history of the freshwater shrimp. — *Trans. Newbury Fld. Cl.* **7**, 2—4.
- PONYI J. (1955): Ökológiai és táplálkozásbiológiai vizsgálatok a *Gammarusok* köréből. — *Allatt. Közlem.* **45**, 75—90.
- PONYI, E. (1956): Ökologische, ernährungsbiologische und systematische Untersuchungen an verschiedenen *Gammarus*-Arten. — *Arch. f. Hydrobiol.* **52**, 367—387.
- LE ROUX, M. L. (1933): Recherches sur la sexualité des Gammariens. — *Bull. Biol. France Belg. (Suppl.)* **16**, 138.

- SEXTON, E. W. (1924): The moulting and growth-stages of Gammarus with descriptions of the normals and intersexes of *G. chevreuxi*. — *J. Mar. Biol. Ass. U. K.* **13**, 340—401.
- SEXTON, E. W. (1928): On the rearing and breeding of Gammarus in laboratory conditions. — *J. Mar. Biol. Ass. U. K.* **15**, 33—35.
- THIEM, E. (1941): Untersuchungen über den Darmkanal und die Nahrungsaufnahme von *Synurella ambulans* (Fr. Müller) (Crust. Amph.). — *Z. Morph. u. Ökol. Tiere* **38**, 63—79.
- VETTER, H. (1937): Limnologische Untersuchungen über das Phytoplankton und seine Beziehungen zur Ernährung des Zooplanktons im Schleinsee bei Langenargen am Bodensee. — *Inter. Rev. Ges. Hydrobiol. Hydrogr.*
- WUNDSCH, H. H. (1922): Beiträge zur Biologie von Gammarus pulex. — *Arch. f. Hydrobiol.* **13**, 478—531.

## NÉHÁNY MAGYARORSZÁGI AMPHIPODA (CRUSTACEA) TÁPLÁLÉKÁRÓL

*Ponyi Jenő*

### Összefoglalás

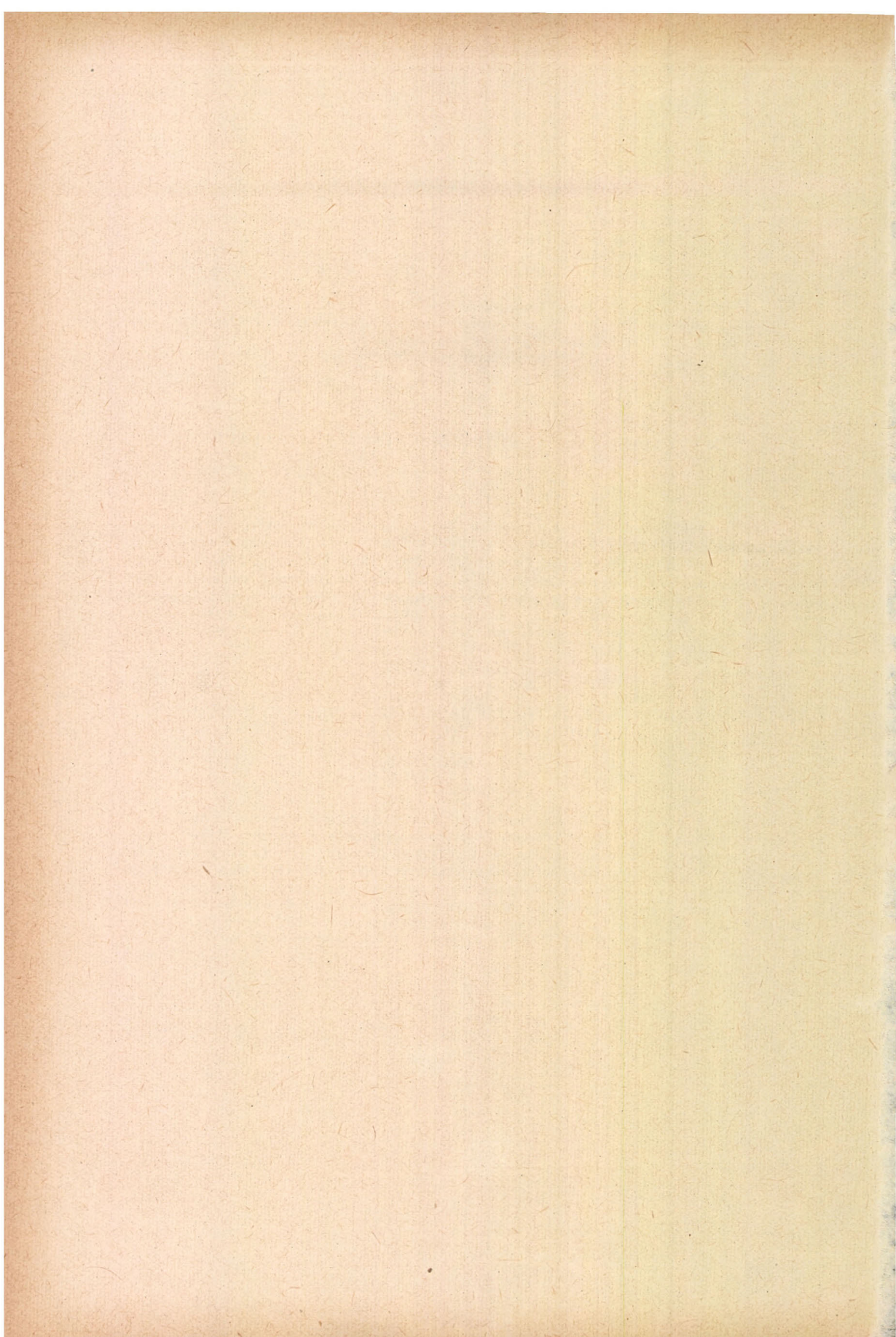
Az általunk vizsgált állatok tápláléka elsősorban és főként növényi eredetű, így csatlakoznunk kell HYNES (1954) hasonló értelmű véleményéhez. Ugyancsak ezt a tényt bizonyítják a különböző tenyésztési kísérletek (SEXTON 1928, LE ROUX 1933, CLEMENS 1950 stb.), valamint saját etetési kísérleteink is. A béltartalom-analízisek szerint a tisztán növényi eredetű béltartalom előfordulása a szűrőtípustól az átmeneti típuson keresztül a rágótípus felé fokozatosan csökken (93% → 67%). Ugyanakkor a tisztán állati, illetve vegyes eredetű bélsatornatartalom %-os előfordulása ezzel ellentétben, fokozatosan emelkedik (0 → 13%, 7 → 20%).

## О ПИТАНИИ НЕКОТОРЫХ, ВСТРЕЧАЕМЫХ В ВЕНГРИИ РАЗНОВИДНОСТЕЙ АМФИПОДА (CRUSTACEAE)

*Е. Пони*

### Резюме

Питание изученных нами животных в первую очередь и преимущественно растительного происхождения, таким образом, мы присоединяемся к мнению Hynes (1954). Этот факт доказан также разными опытами разведения (Sexton 1928, Le Roux 1933, Clemens 1950, и т. д.), и нашими собственными опытами кормления. По данным анализов содержания кишок, кишечное содержимое чисто растительного происхождения встречается — начиная с фильтрующего типа через переходный тип до жевательного типа — все реже и реже (с 93 до 67%). В то же самое время кишечное содержимое чисто растительного или смешанного происхождения встречается все чаще и чаще (с 0 до 13% и с 7 до 20%).







Taf. 1. *Dicerogammarus haematobaphes balatonicus* im selbstgegrabenen Versteck, sich durch Filtrieren ernährend Skizzenzeichnung

1. tábla. *Dicerogammarus haematobaphes balatonicus* magaépítette rejtekhelyén szűrő táplálkozás közben (vázlat)

Рисунок 1. *Dicerogammarus haematobaphes balatonicus* в самодельном убежище во время питания фильтрующего типа (эскиз)



**OCCURRENCE OF *PLUMATELLA CASMIANA* OKA (BRYOZOA)  
IN LAKE BALATON**

OLGA SEBESTYÉN

Received 8th March 1961.

Bryozoans of the fresh-waters in Hungary were investigated by J. VÁNGEL and a number of papers was published concerning the occurrence of this group in Lake Balaton. (VÁNGEL 1893, 1894, 1894a, 1894b, 1897, 1897a, 1897b). In the "Fauna Regni Hungariae" published for the celebration of the 1000 th anniversary of our country he enumerates the bryozoans known in our fresh-waters (VÁNGEL 1897b). More recently a work concerning bryozoans appeared in the publication: SZÉKESSY: "Fauna Hungariae" (SEBESTYÉN 1959). This paper takes into account the data of VÁNGEL, the material of the Zoological Department of the Museum of Natural Sciences as well as those found in the Zoological Institutes of the Universities and Teacher Training Colleges (Pedagógiai Főiskola), completed by data in the available literature and some recent occurrences. Unfortunately nobody deals with this interesting group thoroughly in our country since VÁNGEL (1864-1918). Bryozoans are not rare in our waters. It would be worth while to pay more attention to this small group of animals in the course of limnobiological researches.

What is said about the knowledge of the occurrence of bryozoans in our country goes for the situation in Lake Balaton too. This group, as is the case with the microfauna in general, — with exception of Rotifera and Gastrotricha — was not regularly investigated since the Balaton-survey by LÓCZY (VÁNGEL 1897, 1897a). We possess only a mosaic-like picture of the occurrence of bryozoans in the widely extended lake having various habitats. There are substratum and food everywhere at their disposal but for example in demand or toleration of watermovement, of light the species differ from one another. That is true probably in the case of other environmental factors too.

The surface of any submerged objects, of animals or plants etc. will be occupied by various organisms in Lake Balaton too. In many sections of the shore one finds on the stones no other animals perceptible with the naked eye than the delicate branches of *Fredericella sultana*.

The direct role of bryozoans in the circulation of substances in waters is not important, although animals while browsing and grazing upon the coating may surely consume the polypides too besides those forms that find shelter in the network of tubes. Out of injured colonies of certain species not to be found in Hungary (*Lophopodella carteri* HYATT, *Pectinatella gelatinosa*) materials toxic for fishes may be issued into the water (ROGICK 1959, 498).

Massy colonies may develop in hidden parts of artificial water-bodies on account of their food-habit which is microphagy. This occurrence is closely connected with the manner of their spreading, with their sessile mode of life and with their insignificant demand for light.

The study of this group should be a part of the research of inland waters, albeit most of the Bryozoa live in the ocean ( $\pm 3500$  species) and there are only few species in fresh water (about 40). (PENNAK 256.) The majority of some of the fresh-water forms (Phylactolaemata) has conserved in their bodies ancient traits not found in recent maritime forms (e.g. epistom).

In connection with this fact let us quote J. WALTER's words used by TWITCHELL in his work as motto, discussing the relationship between the "pseudo-Bryozoa" (Bryozoa entoprocta) and the "true-Bryozoa" (Bryozoa ectoprocta): "Man möchte also glauben, dass einfache Stammformen zwei wichtige Eigenschaften in sich vereinigen, nämlich die Fähigkeit, zahlreiche verschiedenartige Zweiggruppen zu bilden und doch den grösseren Teil ihrer Nachkommen zu überleben" (TWITCHELL 1934, 629).

One may regard the presence of statoblasts on the Phylactolaemata Bryozoa as an accomodation to the conditions in fresh-water. This "dormant-bud"-like growths enclosed in a chitinous shell are very resistant against freezing and desiccation. They provide hereby for the survival of the species even under unfavourable conditions the organisms of the inland waters are exposed to especially in the litoral zone, because of the fluctuation of the water level. At the same time they render the spreading and expanding of the species also possible (waterfowl, wind, etc.). The sessile mode of life in itself as well as the latent state in form of the statoblasts promotes the expansion of the species.

Amongst the European "modern emigrants" of present time THIENEMANN enumerates the *Pectinatella magnifica* LEIDY too which penetrated — probably by the intermediation of water conveyances — into European waters also. Nearest to our country it occurs in the Moldavia near Prague (THIENEMANN 1950, 733). This expansion is due very likely to the sessile mode of life.

Other organisms may be introduced by waterplants. The sessile *Cupelopagis* (*Apsilus*) *vorax* LEIDY, a Rotifer being the only representative of the genus so far (EDMONDSON 1958, 448) was introduced probably with *Elodea canadensis* RICH. (*Anacharis canadensis* MICHX.) into European waters (BREHM 1930, 100, 107). Other animals carried by water plants from the West are also established in our waters (*Physa acuta* DRAP., *Dugesia tigrina* (GERARD)).

*Elodea canadensis* introduced into Europe in the seventies spread in some of our waters rapidly. In Lake Balaton it grows only in limited areas (Balatonkeresztur, Balatonmária, Fenékpusztá). (SEBESTYÉN 1948.) At some places it forms almost monoton stands, in other places in midst of various water plants it forms bright green patches. Thus for instance off Keszthely in shallow water in the vicinity of the strandbridge and at Fenékpusztá on the South corner of the mouth of the river Zala. At Keszthely *Elodea* mingles with a *Ranunculus* sp. where these plants are interlaced by thin threads of *Cladophora*.

While making a survey of the biological conditions of the Bay of Keszthely the author took the opportunity — as she always does when there is a possibility — to search for the Rotifer *Cupelopagis* on *Elodea*. The efforts

were, — as was always the case so far — in the waters of Keszthely also in vain (1960. 27<sup>th</sup> August, 8<sup>th</sup> September).

Amongst the samples collected in the *Elodea*-patches off Keszthely young molluscs (*Limnaea* sp., *Acroloxus lacustris*, *Dreissena*), larvae of Chironomidae, *Corophium*, some *Fredericella sultana* and one Chydorid cladoceran etc. were found. In the August samples there occurred some young free swimming one-polypid *Plumatella* individuals carrying yet the empty shells of the statoblast. Quite a few of such young *Plumatella* were noticed and one might consider their occurrence for a seasonal phenomenon. It is known that on certain *Plumatella* species the statoblast developed in this year "germinates" in the same year. The young individuals of *Plumatella* from Keszthely may have been also of a second generation.

In the September samples there were young colonies already settled on the *Elodea* leaves and if the base of the colony was situated on the top of the leaf, the tubes creéped upon the stem. Branches of colonies starting from the base of the leaf outgrowing the substrate supported each other. (*Fig. 1.*) The two parts of the shell of the statoblast remained on some colonies showing thus their origin. (*Fig. 2.*) Here and there only the empty shells were left on the leaves. The peculiar structure of these statoblasts differing from those of other *Plumatella* species led to the recognition that the *Plumatella* from Keszthely belongs to the species described in 1907 from Japan by OKA under the name of *Plumatella casmiana* (OKA 1907).

The habitus of colonies of *Plumatella casmiana* from Keszthely tallies in every respect with those of the American individuals described by ROGICK (ROGICK 1941, 1943, 1959). The transparent tubes attached to the substrate, the free ends of the branches rise somewhat upward and are paler than the older yellowish ones, at the base of the colony. The keel is quite well marked. (*Fig. 2.*) The boundary line in the tubes pertaining to the individuals are visible.

The lophophor is horseshoe-shaped, the number of tentacles was found about 30—40.

The empty statoblasts that remained on the newly hatched free swimming individuals carrying one polypid furthermore those remaining at the base of young and already attached colonies are different — as mentioned previously — from the floatoblasts of other *Plumatella* species in this respect that the annulus is equally broad all around and covers in its full extent the rim of the shell of the statoblast. (*Fig. 3.*)

The drawing of ROGICK gives a true picture of the position of the annulus. (*Fig. 4.*)

An other particular feature of this peculiar statoblast is that it seems delicately built: the wall of the case is thin and pale, the reticulation of the annulus is finer than that of the annuli known on other species of *Plumatella*. Such statoblasts were reported from this species only so far. In addition to this on *Plumatella casmiana* there is also an other floatoblast. Its structure is more robust, the color is rusty brown; both sides are equally flattened. The annulus is in the direction of the longitudinal axis broader than in the direction of the transversal one and covers the capsule at the dorsal side more than on the ventral side, whereby a greater part of the center of the capsule remains free. On the whole it resembles the ordinary floatoblasts known of the other members of the *Plumatella* genus. (*Figs. 5—7.*)

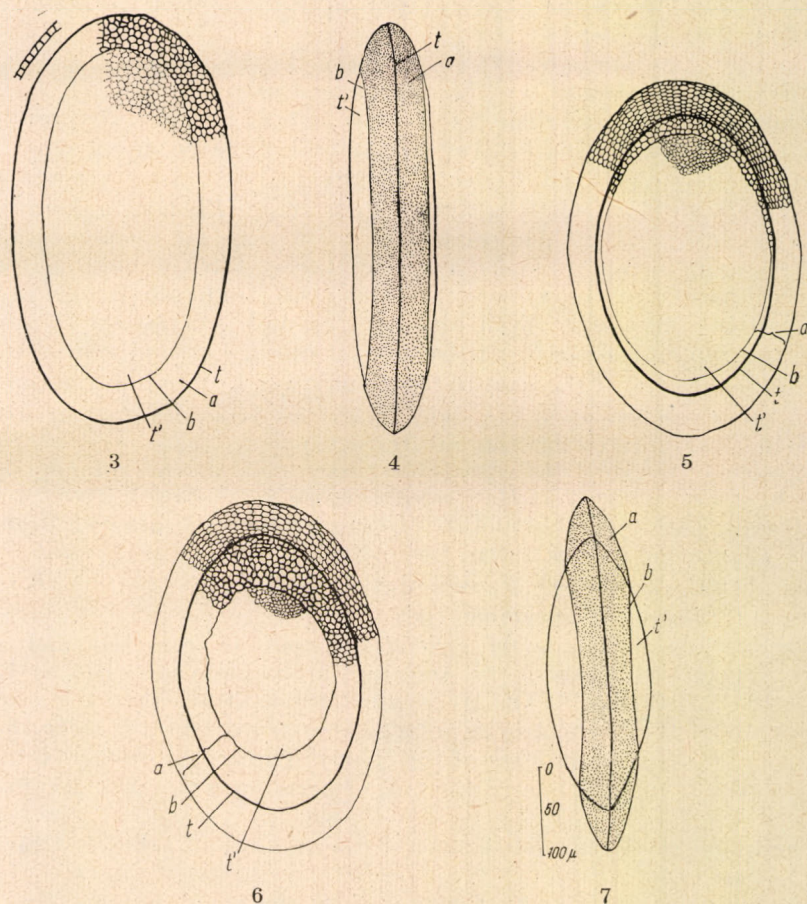


Fig. 3-7 *Plumatella casmiana* floatblasts: 3 = thin walled floatblast, on face, on the left detail showing the thickness of the annulus;

4 = the same, side view, modified after ROGICK

5 = floatblast of the *Plumatella* (ordinary) type, ventral face;

6 = the same, dorsal face;

7 = the same, side view, modified after ROGICK. The reticulation is but partly pictured. (Figs 3, 5, 6.)

a = annulus

b = border of annulus on the capsule

t = border of the capsule

t' = part of the capsule uncovered by the annulus

3-7. ábra. *Plumatella casmiana* flóttoblastok:

3 = vékonyfalú flóttoblast, szemből;

4 = ua. oldalnézetben (ROGICK után, módosítva);

5 = közönséges (*Plumatella* típusú) flóttoblast, ventrális nézet;

6 = ua. dorsális nézet;

7 = ua. oldalnézet (ROGICK után, módosítva).

A retikuláció csak részben van ábrázolva (3, 5, 6. ábra)

a = annulus

b = annulus határa a tokon

t = tok határa

t' = a toknak az annulustól nem fedett része

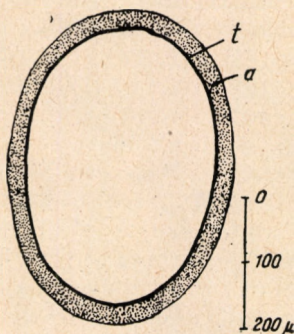
On the samples from Keszthely one can also observe both kinds of floatoblasts, different in the length of the longitudinal and transversal axes, further in the relation of these two to each other, in color and structure (which is the relation of the annulus to the capsule), floatoblasts were found in the same tube next to each other. (Vide ROGICK 1943, *Fig. 4.*)

The most characteristic feature of *Plumatella casmiana* is that there are two kinds of floatoblasts besides the sessoblast. ROGICK — emphasizing this — calls “floatoblast of the ordinary type” or “capsulated floatoblast” that type which are similar to the floatoblast of other species of *Plumatella* while the type observed so far on *Plumatella casmiana* only is called by her „thin walled floatoblast”. This phrases expresses indeed truly the difference between the two floatoblasts.

Measurements of floatoblast, Keszthely exemplars

Type	Length $\mu$	Breadth $\mu$	Ratio of the two values	Mean value
Ordinary	360—400	215—265	(1,50—1,63) : 1	1,62 : 1
Thin walled	375—400	170—210	(1,78—2,23) : 1	2,09 : 1

Sessoblasts were not yet found by the author so far. For the sake of completeness ROGICK's drawing is used in *Fig. 8.*



*Fig. 8* Sessoblast, on face. Modified after ROGICK.

8. ábra. *Plumatella casmiana* sessoblast szemből (ROGICK után, módosítva)

ROGICK has observed in June ciliated larvae carrying two polyps.

It is not known what becomes the colonies of *Plumatella* developed in late summer.\*

\* On 3rd March 1961 after an exceptionally mild winter *Elodea* were not found on the collecting place at Keszthely, although in the close neighbourhood in quite a sheltered place a few plants had probably overwintered (temperature of water 6 C°). At the same day a fine bright green colony of *Elodea* stood in the millditch of Diás (N off Keszthely) (watertemperature 12 C°). The winter temperature of the water of small brooks in the vicinity emptying into Lake Balaton is usually 6 C° (B. ENTZ verbal comm.). However no *Plumatella* were found on *Elodea*.

Besides Japan — from where it was described by OKA — *Plumatella casmiana* has been recorded from the U.S. America (Lake Erie; Tippecanoe-river, Ind. USA), from Java and the SSSR (PENNAK 1953, ROGICK 1941, 1959; ROGICK and VAN DER SCHALIE 1950).

According to our present knowledge the occurrence of the Bryozoa *Plumatella casmiana* OKA seems to be very sporadic. The American hydrozoologist PENNAK made a remark that its occurrence is „puzzling” (PENNAK 1953, 268). Considering its occurrence in Lake Balaton this remark seems even more appropriate. We have no reason to connect its occurrence in Lake Balaton with the introduction by means of *Elodea*, albeit this occurrence does not contradict such possibility.

The elucidation of the question — in relation to our country — might be promoted if one would search through the patchy growth of *Elodea* in Lake Balaton as well as in other waters in Hungary, not omitting other submerse macrovegetation too, above all those in Lake Balaton.

In the taxologic determination within the genus *Plumatella* (species, variation, form) morphology of the colony and tubes, number of tentacles and especially, so to say in a decisive manner, the statoblasts (— above all measurement of floatoblasts, relation of measurements to each other, position of the annulus to the capsule —) have to be considered.

The morphologic features of the colonies are influenced by environmental factors too. The situation is today that the opinion of different authors, — except for some species — is not uniform as regards the question whether a certain form has to be classified as a species or merely as some category of lower order. This is the case mainly for *Plumatella repens* (L.) and *Plumatella emarginata* ALLMANN. *Plumatella casmiana* OKA is, according to LOPPENS identical with *Plumatella repens* (L.) (LOPPENS 1908—1909, 159), and according to the Japanese scholar TORIUMI (TORIUMI 1942) it is a variation of *Plumatella repens* (var. *casmiana*). According to American authors TORIUMI's opinion could be accepted if thin-walled floatoblast were found on other varieties of *Plumatella repens* too (ROGICK — VAN DER SCHALIE 1950, 142). The place of *Plumatella casmiana* OKA in the system is at all events beside the *Plumatella repens* (L.) by reason of resemblance of their habitus.

The occurrence of *Plumatella casmiana* OKA in Lake Balaton off Kesztely, represented so far by some unobtrusive small colonies has enriched the bryozoan fauna of Hungary and, according to data of American authors, as well the bryozoan fauna of Europe too (PENNAK 1953, 268; ROGICK 1941, 210).

Bryozoa known in Lake Balaton are as follow:

- Fredericella sultana* BLUMENBACH
- Plumatella emarginata* ALLMANN
- Plumatella repens* (L.)
- Plumatella casmiana* OKA
- Plumatella fungosa* (PALLAS)
- Plumatella fungosa* forma *coralloides* ALLMANN

The species:

- Lophopus crystallinus* PALLAS, and
- Plumatella fruticosa* ALLMANN

are represented in Lake Balaton by one exemplare of floatoblast of each species so far.



### Summary

The fresh—waters of Hungary — Lake Balaton being included—are not thoroughly investigated for bryozoans since J. VÁNGEL (1864—1918). Data of occurrences have been summarized by VÁNGEL (1897b) and recently by SEBES-TYÉN (1959).

The bryozoans take a rather unimportant part in the life of fresh—water bodies. Some members of the microfauna find shelter and substratum of the second order in the colonies. Fresh—water animals, browsing and grazing in the coating of the various submerged substrates, may devour the polypids also. Colonies of certain bryozoan species may grow in waterworks in such extent as to cause considerable trouble.

*Plumatella casmiana* OKA has not been recorded from European waters as yet. Its distribution in a world-wide sense is scattered and — using PENNAK's expression — is "puzzling" (PENNAK 1953, 268). It has been noted from Japan, North-America, West-Java and the USSR (PENNAK 1953, ROGICK 1941, ROGICK and VAN DER SCHALIE 1950).

In the late summer of 1960 (27<sup>th</sup> August, 8<sup>th</sup> September) its occurrence in Lake Balaton has been established by the author. In an *Elodea canadensis*-patch amidst other macrovegetation-growths several free swimming individuals, newly hatched from the thin walled floatoblast characteristic to this species, were found. In September several young colonies attached to *Elodea* leaves occurred. (Fig. 1) Floatoblasts of the ordinary kind and the thin walled type were enclosed in the tubes, however no sessoblast came to sight. (Figs. 3—7) Measurements of the floatoblasts agree fairly with same of the North-American samples. (ROGICK 1941.)

According to V. BREHM (1930, 100, 107) the wheel-animalkule *Cupelopagis* (*Apsilus*) *vorax* LEIDY was very likely introduced into some European waters by means of *Elodea canadensis*. This Rotifer has not been noted as yet from Hungarian waters (VARGA in lit.). The occurrence of *Plumatella casmiana* in *Elodea*-growth in Lake Balaton can not prove its spread by means of *Elodea*, but at the same time it stands not against such possibility.

Bryozoans recorded from Lake Balaton are the following:

*Fredericella sultana* BLUMENBACH

*Plumatella emarginata* ALLMANN

*Plumatella repens* (L.)

*Plumatella casmiana* OKA

*Plumatella fungosa* (Pallas)

*Plumatella fungosa* f. *coralloides* KRAEPELIN

Both *Plumatella fruticosa* ALLMAN and

*Lophopus crystallinus* (PALLAS) are represented only by one single floatoblast so far.

### REFERENCES

- ABRICOSSOFF, G. (1925): Materials for the Fauna of the Bryozoa of the Govt. Moscow. — *Arch. Biol. Stat. Kossino* L. 2, 81—84. (after ROGICK 1941).  
 ABRICOSSOFF, G. (1927): Über die Süßwasser-Bryozoen der USSR. — *Comp. Rend. Acad. Ser.* 307—312. (after ROGICK 1943).  
 BREHM, V. (1930): Einführung in die Limnologie. — *Biol. Studienbücher* 10. J. Springer, Berlin VI + 126.

- EDMONDSON, W. T. (1959): 18. Rotifers. WARD and WHIPPLE's Fresh-water Biology 2<sup>nd</sup> ed. (ed. EDMONDSON) 420—494.
- LOPPENS, K. (1908—1909): Les Bryozoaires d'eau douce. — *Ann. de Biol. Lacustr.* **3**, 141—183.
- OKA, A. (1907): Zur Kenntnis d. Süßwasser-Bryozoen-Fauna von Japan. — *Annot. Zool. Jap.* **6**, 2. 117—123. (after ROGICK 1941).
- PENNAK, R. W. (1953): Fresh-water Invertebrates of the United States. — The Ronald Press Co, New York IX + 769.
- ROGICK, M. D. (1941): Studies on fresh-water Bryozoa X. The occurrence of *Plumatella casmiana* in North America. — *Trans. Amer. Microsc. Soc.* **60**, 211—220.
- ROGICK, M. D. (1943): Studies on fresh-water Bryozoa. XIII. Additional *Plumatella casmiana* data. — *Trans. Amer. Microsc. Soc.* **62**, 265—270.
- ROGICK, M. D. (1959): 19. Bryozoa. in WARD and WHIPPLE's Freshwater Biology 2<sup>nd</sup> ed. (ed. EDMONDSON) Wiley, New York. 495—507.
- ROGICK, M. D.—H. VAN DER SCHALIE (1950): Studies on freshwater Bryozoa XVII. Michigan Bryozoa. — *The Ohio Journ. of Sci.* **50**, 136—146.
- SEBESTYÉN O. (1948): A Balaton biológiai kutatásának mai állásáról. (The present state of biological researches in Lake Balaton). — *Magyar Biol. Kut. Int. Tihany* 1—9.
- SEBESTYÉN O. (1959): Tapogatókoszorúsok. — *Tentaculata*. — (in: SZÉKESY: Magyarország Állatvilága. Fauna Hungariae XIX. 4. 1—4. 18).
- THIENEMANN, A. (1950): Verbreitungsgeschichte der Süßwassertierwelt Europas. — *Die Binnengew. Europas* **18**, 733.
- TORIUMI, M. (1942): Studies of fresh-water Bryozoa of Japan. I. *Sci. Repts. Tohoku Imperial Univ.* 4<sup>th</sup> Ser. *Biol.* **16/2**: 193—215.
- TWITCHELL, G. B. (1934): *Umatella gracilis* Leidy. A living trepostomatous Bryozoan. — *The Amer. Midland Naturalist.* **15**, 6. 629—656.
- VÁNGEL J. (1893): Az édesvízi Bryozoákról. (Fresh-water Bryozoa). — *Ref. Természettudományi Közöny* (Budapest) **25**, 272.
- VÁNGEL J. (1894): Az édesvízi mohaállatok. (Fresh-water Bryozoa). — *Term. Tud. Közl. Pötfüzetek* (Budapest) **28**, 69—85.
- VÁNGEL J. (1894a): A Balaton mohaállatai. (Bryozoa of Lake Balaton). — *Term. Tud. Közl. Pötfüzetek* (Budapest) **29**, 110.
- VÁNGEL J. (1894b): Daten zur Bryozoen-Fauna Ungarns. — *Zool. Anz.*, **17**, 153—155.
- VÁNGEL J. (1897): Mohaállatok — Bryozoa. — *Balaton Tudományos Tanulmányozásának Eredményei* (Budapest) **II**, 1. VI. 125—132.
- VÁNGEL J. (1897a): Moostiere — Bryozoa. — *Res. wiss. Erg. Bal.* (Wien) **II**, 1, 6. 137—143.
- VÁNGEL J. (1897b): Bryozoa. — *Fauna Regni Hungariae I.* (Budapest) **3**.

## A PLUMATELLA CASMIANA OKA (BRYOZOA) ELŐFORDULÁSA A BALATONBAN

Sebestyén Olga

### Összefoglalás

Magyarország vizeinek mohaállat-faunáját rendszeresen még nem kutatták. Ez áll a Balatonra is. Hazánkban VÁNGEL (1864—1918) óta nem foglalkozott senki behatóan Bryozoákkal. A meglevő előfordulási adatokat országos vonatkozásban VÁNGEL (1897b), újabban SEBESTYÉN (1959) foglalta össze.

A mohaállatok a belvizek anyagforgalmában nem játszanak lényeges szerepet. Telepeikben sok állat búvóhelyet és másodlagos alzatot talál, „legelő” állatok polipocskáikat is bekebelezik. Egyes fajok mesterséges víztározók erre alkalmas szakaszaiban rendkívül nagy tömegben léphetnek fel.

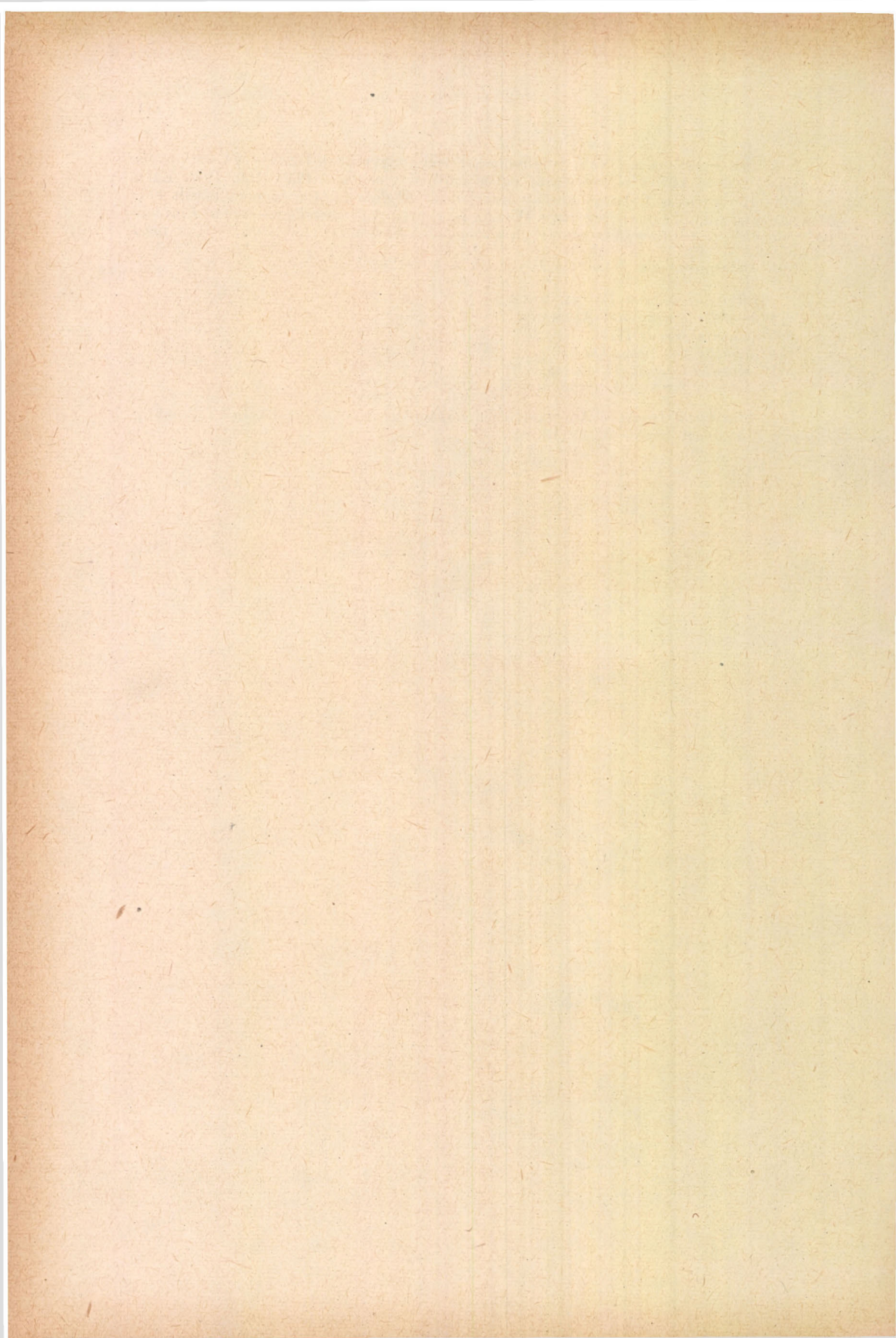
A *Plumatella casmiana* OKA faj Európából eddig nem volt feljegyezve. Elterjedése szórványos és PENNAK szerint „talányos” (Japán, Észak-Amerika, Jáva szigete, Szovjetunió). 1960 nyárutóján a Balatonból *Elodea*-ból kerültek elő vékonyfalú úszó statoblastból (thin walled floatoblast, ROGICK) fejlődött egy polipocskás úszó egyedei és *Elodea* levélre rögzült fiatal telepek, melyek csöveiben a vékonyfalú statoblastok mellett közönséges úszó statoblastok (floatoblast of the ordinary kind, ROGICK) is voltak. Ezek mérete és arányai közelállanak az Amerikából leírt példányokéhoz (ROGICK, 1941).

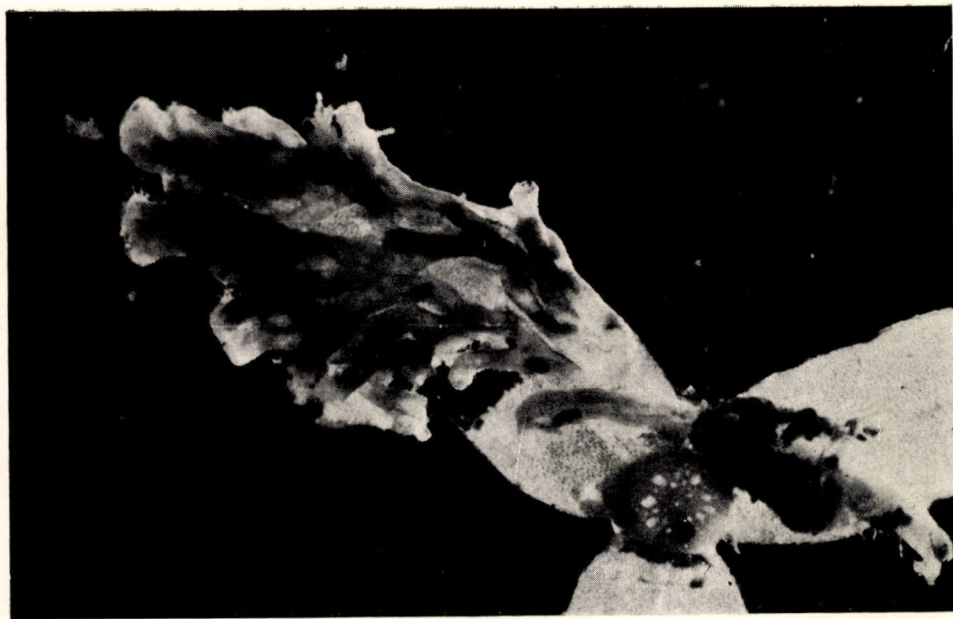
*Elodea canadensis*ssel való behurcolással véli magyarázni BREHM a *Cupelopagis* (*Apsilus*) *vorax* LEIDY előfordulását egyes európai vizekben (1930, 100, 107). Ez a szesszilis Rotatoria a Balaton szerény kiterjedésű *Elodeás*-aiból még nem került elő. Más hazai vizüinkből sincs feljegyezve. (VARGA L. in litt.) A *Plumatella casmiana* *Elodeas*-ból való előkerülése még nem bizonyítja a mohaállat *Elodeá*-val való terjedését, de nem is cáfolja.

A Balatonból ma ismeretes Bryozoák a következők :

*Fredericella sultana* BLUMENBACH  
*Plumatella emarginata* ALLMANN  
*Plumatella repens* (L.)  
*Plumatella casmiana* OKA  
*Plumatella fungosa* (PALLAS)  
*Plumatella fungosa* f. *coralloides* KRAEPELIN.

A *Plumatella fruticosa* ALLMANN és a *Lophophus crystallinus* PALLAS fajt eddig egy-egy flottoblast képviseli tavunkban.





1



2

*Fig. 1* *Plumatella casmiana* colony on *Elodea*-leaf. On few individuals the tentacular crown is shown. Conserved material. Photo: E. SZABÓ et I. TÖLG

1. ábra. *Elodea*-levél tövéből eredő *Plumatella casmiana*-telep túlnő a levéllemezen.  
A tapogatókoszorú egyes polipocskákon látszik. Rögzített anyag  
Foto: SZABÓ E. és TÖLG I.

*Fig. 2* Base of young colony originated from a thin walled floatoblast. k = keel. v = remains of the statoblast. Photo: E. SZABÓ et I. TÖLG

2. ábra. Vékonyfalú flottoblastból (v) „csírázott” fiatal telep töve. k = hosszanti él.  
v = a statoblast üres héja  
Fotó: SZABÓ E. és TÖLG I.

## ON THE USE OF TOLUENE AS INHIBITOR IN ENZYMOLOGICAL SURVEYS OF FRESHWATER BOTTOM DEPOSITS

ERNŐ SZABÓ, ZSUZSA F. KALKÓ and LAJOS J. M. FELFÖLDY

Received: 15th March, 1961

The measurement of biological activity in bottom deposit samples collected from Lake Balaton and from other water bodies was performed according to the methods by HOFMANN and co-workers (1951—1955) in our laboratory (SZABÓ 1959, 1960). The criticism by CLAUS and MECHSNER (1960) in relation to HOFMANN's methods necessitates to check against the inhibitory effect of toluene on the microbial growth in experimental samples. The experiments were started on the basis of two considerations.

The first consideration was that in the enzymological literature toluene is generally regarded as the best antiseptic to be given to enzym-preparata. By its presence the enzyme is not destroyed by microorganisms, or else the result of the test is not obscured by action of microorganisms on the substrate (SUMNER and SOMERS 1953, 57).

On the other hand it is well known, as regards soil metabolism, that a compound which normally does not affect a given organism grown in pure culture, might be highly inhibitory to the development of the same organism in soil. This may be explained by the stimulating effect of the compound in question on other organisms present in soil, which are highly inhibiting to the organism under investigation. Nevertheless, it has been also demonstrated, that a substance highly inhibitory to an organism grown in pure culture has but little effect on the organism developing in soil. This may be due to rapid decomposition of the substance in soil or to the development of resistant or adapted strains of the organism under study (QUASTEL and SCHOLEFIELD in COLOWICK and KAPLAN 1957, IV. 341).

### Material and methods

The experiments were carried out with two bottom deposit samples collected in the last days of October 1960 partly from under off shore water, partly from a detritus deposit near the shore line in the bay "Kis-öböl" in the neighbourhood of the Biological Research Institute. The samples were air-dried at room temperature and homogenized in porcelain mortar.

Invertase (saccharase) activity was measured according to the instructions given by HOFMANN and SEEGERER (1951). 10 g homogenized dry matter was weighted and, after addition of 2,5 ml toluene, the mixture was allowed to stand for 15 minutes. 10 ml phosphate buffer (pH 5,5) and 10 ml 20%

sucrose solution were added successively. After 24 hours long incubation at 37°C in thermostate the suspension was filled up to 100 ml, and the sucrose concentration was measured in its aliquots by a modified FEHLING method, *i. e.* by the iodometric titration of cupric ions remaining in Fehling-solution, after the reduction. The results obtained are expressed as titration differences existing between the samples and the blank ones. Control experiments, without toluene, were also made.

The microbiological test of samples was carried out by the usual agar pour plate method. Two different media were examined for suitability in these investigations. On bouillon agar certain microorganisms grew more rapidly than others, therefore the results based on the number of colonies are unreliable. The mud extract agar, prepared from the lake bottom deposit proved more suitable for our purposes. Equal quantity of mud and lake water was autoclaved for half an hour. Thereafter the extract was filtered and 2 g  $\text{KH}_2\text{PO}_4$  and 1.5 g washed agar was added per litre. The pH of this medium was adjusted to 7 with a few drops of 2N NaOH. Aliquots of suspensions used in activity measurements were mixed with this agar medium and were poured into PETRI dishes. Incubation time was 24 hours at 37°C. The bacterial and fungous colonies were counted under a low magnifying stereomicroscope. All numbers are averages of at least five parallels.

### Results and discussion

The results of countings of microorganisms and of the biological activity measurements are summarized in *Table 1*. The data of this table are very remarkable. The inhibiting effect of toluene on the microbial growth is undoubtful. The significant differences between the results obtained by CLAUS and MECHSNER and those, exposed in our *Table 1* are explainable only by different physico-chemical nature of bottom deposits and soils used by them. It may not be disregarded that the activities in samples treated with toluene are slightly greater than in untreated ones. It is presumed that this increase is due to the well known modifying effect of toluene, chloroform or similar solvents on the permeability of cell membranes. It may be concluded on basis of these findings that, working with the method of HOFMANN and co-workers, suitable results can be obtained only by sticking closely to the original prescriptions, and that the numerals can be used only for comparisons.

### Summary

The effectiveness of toluene in blocking microbial growth and activity was estimated in two bottom deposit samples originating from Lake Balaton. According to the agar pour plate countings the toluene stops the growth of microorganisms not only in mud samples but also in agar plates. The saccharase activity measurements show that, due to the effect of low toluene concentration, the activity will be slightly greater.

The findings show that HOFMANN's biological activity measurements give useful results only by adherence to the original instructions and, that the results may be used only for comparisons.



Table 1 — 1. táblázat

Number of microorganisms developed on agar plates, and saccharase activity in bottom deposits of Lake Balaton with and without toluene treatment

Balatoni iszapminták mikroorganizmus-száma és szacharáz aktivitása toluol kezeléssel és anélkül mérve

Sample — Minta	Treatment — Kezelés	Number of microorganisms in one gramm of dry matter Mikroorganizmusok száma egy gramm száraz iszapban		Saccharase activity
		At the start Induláskor	After incubation Inkubálás után	
Detritus 1.	Sterile tap water Steril csapvíz	$13,0 \cdot 10^5$	—	—
	Sucrose - Nádcukor	$15,0 \cdot 10^5$	$18\ 000 \cdot 10^5$	7,3
	Sucrose + 2,5 ml toluene Nádcukor + toluol	$1,2 \cdot 10^5$	$0,9 \cdot 10^5$	8,0
Detritus 2.	Sucrose	$10,6 \cdot 10^5$	$16\ 400 \cdot 10^5$	3,6
	Sucrose + 1,25 ml toluene	$3,0 \cdot 10^5$	$3,7 \cdot 10^5$	5,3
	Sucrose + 5 ml toluene	$0,7 \cdot 10^5$	$0,6 \cdot 10^5$	3,9
Bottom mud out of the off shore water Nyíltvízi iszap	Sucrose	$0,7 \cdot 10^5$	$1\ 800 \cdot 10^5$	0,1
	Sucrose + 2,5 ml toluene	$0,3 \cdot 10^5$	$0,3 \cdot 10^5$	0,1

## LITERATURE

- CLAUS, D. und K. MECHSNER (1960): Über die Brauchbarkeit der von Ed. Hofmann ausgearbeiteten Methoden zur Bestimmung der Enzyme im Boden. — *Plant and Soil* **12**, 195—198.
- COLOWICK, S. P. and N. O. KAPLAN (1957): *Methods in enzymology*. Vol. IV. Special techniques for the enzymologists. — Academic Press Inc. Publ. New York, 1—979.
- HOFMANN, E. (1952): Enzymreaktionen und ihre Bedeutung für die Bestimmung der Bodenfruchtbarkeit. — *Z. Pflanzenernähr. Düng. u. Bodenk.* **56**, 68—72.
- HOFMANN, E. und G. HOFMANN (1955): Über Herkunft, Bestimmung und Bedeutung der Enzyme im Boden. — *Z. Pflanzenernähr. Düng. u. Bodenk.* **70**, 9—16.
- HOFMANN, E. und A. SEEGERER (1951): Über das Enzymsystem unserer Kulturböden. I. Saccharase. — *Biochem. Z.* **322**, 174—179.
- HOFMANN, E. und A. SEEGERER (1951a): Die Enzyme im Boden als Faktoren seiner Fruchtbarkeit. — *Naturwiss.* **38**, 141—142.

- QUASTEL, J. H. and P. G. SCHOLEFIELD (1957): Study of soil metabolism with the perfusion technique. — In COLOWICK and KAPLAN 1957, IV, 341.
- SUMNER, J. B. and G. F. SOMERS (1953): Chemistry and methods of enzymes. — Acad. Press Inc. Publ. New York, 1—462.
- SZABÓ, E. (1959): (Enzyme activity of detritus in Lake Balaton) — *Hidrológiai Közl.* **1959**, 476—477. (In Hungarian with English summary).
- SZABÓ, E. (1960): Biologische Aktivität des Schlammes der Uferzone und ihre Wirkung auf den Chemismus des Wassers im Balaton-See. — *Annal. Biol. Tihany* **27**, 139—145.

## A TOLUOL GÁTLÓ HATÁSÁNAK VIZSGÁLATA AZ ÉDESvíZI FENÉKÜLEDÉ- KEK BIOLÓGIAI AKTIVITÁSÁNAK MÉRÉSÉNÉL

*Szabó Ernő, F. Kalkó Zsuzsa és Felföldy Lajos*

### Összefoglalás

Édesvízi üledékek mikrobiológiai jellemzésére HOFMANN talaj-enzimológiai módszerét kezdtük el alkalmazni. A múlt évben CLAUS és MECHSNER bírálták ezeket a módszereket, mert kísérleteik szerint a talajmintákhoz adott toluol nem gátolja a mikroorganizmusok továbbszaporodását, tehát a kapott aktivitás a bizonytalanul szaporodó mikrobák teljesítményét tükrözi. Meglepő eredményeik ellenkeznek az enzimológiai irodalom számos adatával, ahol a toluolt mint a leghasználhatóbb antiszeptikumot széles körben alkalmazzák. Meggondolva azt, hogy egyes gátló anyagok másképpen hatnak a természetben vagy a talajmintához keverten, mint in vitro, és hogy emellett a vizsgált talaj- vagy iszapminta tulajdonságai is szerepet játszhatnak, kísérleteket állítottunk be néhány iszapmintával a kérdés tisztázására.

A légszáraz iszapminta 10 g-ját HOFMANN és SEEGERER módszerével 2,5 ml toluollal itattuk át, majd negyed óra múlva 10 ml 5,5 pH-jú foszfát puffert, 10 ml 20%-os nádcukor oldatot adtunk hozzá és jól összerázva 37 fokos termosztátban inkubáltuk 24 óra hosszat. A lebontás fokát a maradék cukor jodometriás mérésével határoztuk meg.

A mikrobiológiai vizsgálatot a baktériumszám meghatározásával végeztük iszapfőzetes ágar lemezen. Minden meghatározás legalább öt számlálás átlaga.

Az 1. táblázat-ból a toluol szaporodás-gátló hatása biztosan kitűnik. CLAUS és MECHSNER eredményeit az általuk vizsgált talajok pontos ismeretének hiányában hiába is próbálnánk megmagyarázni, de valószínűleg a minták fizikai-kémiai különbsége közt kell az okot keresnünk. Igen feltűnő az a tény, hogy a kis mennyiségű toluollal kezelt minták aktivitása minden esetben nagyobb, mint a kezeletleneké, amit a toluol, kloroform és más hasonló anyagok plazma-permeabilitást megváltoztató hatása okozhat. A HOFMANN-féle módszereknél tehát nagyon kell ügyelni az előírások pontos betartására, az eredmények pedig csak egymásközti összehasonlításra használhatók.

## EGYSEJTŰ ALGÁK ÖSSZ-SZTERIN TARTALMÁRÓL

SZABÓ ERNŐ, RUFF FERENC és FELFÖLDY LAJOS

Érkezett 1961 március 15.

Az egysejtű algák tömeges tenyésztésével foglalkozó gyakorlati célú munka során felmerült az algákban található szterinvázus vegyületek hasznosításának gondolata is (KRAUSS and McALEER 1953). A Tihanyi Biológiai Kutatóintézet tisztatenyésztet gyűjteményének törzseit vizsgálva kitértünk az össz-szterin tartalom meghatározására is.

Ferde ágáron, északi ablakban tartott törzseinkből 1—1 csővel 10 literes lombikokba oltottunk egyszerű csapvízből szűréssel, sterilizálással, kevés  $\text{KNO}_3$  és  $\text{KH}_2\text{PO}_4$  hozzáadásával készült tápoldatba, melyen kb. 1,5% széndioxidot tartalmazó levegőt buborékoltattunk át a tenyésztés ideje alatt. A szuszpenzió-sűrűség változását szűrőpapíron mért szárazanyagmeghatározással mértük. A tenyésztet szaporodásának lassulásakor, azaz a növekedés logaritmikus szakasza után, a szuszpenziót szupercentrifugáltuk. Az így kapott alga tömeget vákuumban  $60^\circ\text{C}$ -on kiszárítottuk, elporítottuk és  $\text{CaCl}_2$ -dal töltött exszikkátorban tartottuk az analízisig.

Az összes növényi szterin meghatározását SCHRAMME módszerével végeztük (KAUFMANN 1958, 945).

5 g  $60^\circ\text{C}$ -on szárított és elporított alga-anyagot 50 ml 2N alkoholos káliumhidroxid oldattal elszappanosítottunk. Az alkoholt ezután ledesztilláltuk és a maradékot naponta frissen peroxidmentesített éterrel (KAUFMANN 1958, 956) kiráztuk legalább ötször. A keletkező emulziót konyhasóval törtük meg. Az éteres kivonatról az étert ledesztillálva, a maradékot az előbbihez hasonló módon ismét elszappanosítottuk, majd újra kiráztuk éterrel. Végül az éteres kivonatot vízzel addig mostuk, míg fenolftaleinre semlegessé vált. Ezután izzított nátriumszulfáttal szárítottuk, szűrtük és bepároltuk. A visszamaradt, el nem szappanosodó barna olaj a szárazanyag 1,5—5,0%-át tette ki. A maradékot kloroformmal és alkohollal vettük fel, 5 ml forró 1%-os digitonin oldatot (80% alkoholban) adtunk hozzá, 20 percig vízfürdőn hevítettük, majd 5 ml-re pároltuk be. A csapadékot egy éjszakán át hagytuk tömörülni, majd lemért szűrőpapíron mosva  $105^\circ\text{C}$ -on szárítva mértük. A növényi szterinek mennyisége BAUER és NEU (KAUFMANN 1958, 946) szerint:

$$\text{növényi szterin } \% = \frac{\text{digitonid } 0,2522 \cdot 100}{\text{bemért szárazanyag}}$$

Az elemzés adatait az alábbi táblázat tartalmazza:

Törzs-szám Strain No.	Alga	Növényi szterin száraz anyag %-ában Phytosterols in per cent of dry matter
512	Ankistrodesmus sp	0,45
3147	Chlorella pyrenoidosa Chick	0,07
7K	Chlorella vulgaris Beyer	0,33
3501	Chlorella sp.	0,15
4081	Chlorella sp.	0,19
3153	Chlorocloster terrestris Pascher	0,32
177	Coccomyxa lacustris Chod.	0,23
953	Coelastrum microporum Näg.	0,27
641	Dictyosphaerium pulchellum	0,36
516	Kirchneriella obesa	0,30
85	Scenedesmus acutus Meyen.	0,40
5618	Scenedesmus obtusiusculus Chod.	0,27
4061	Scenedesmus quadricauda (Turp.) Bréb.	0,07
4070	Scenedesmus spinosus Chod.	0,51
532	Stichococcus bacillaris Näg.	0,15
3602	Indeterminata	0,28

Analíziseink eredményei nagyságrendben jól illenek az egysejtű algák szterintartalmával foglalkozó beszámolók adatai közé (0,05–0,6%, CLARKE and MAZUR 1941, BERGMANN and FEENZY 1950, KLOSTY and BERGMANN 1952, KRAUSS and McALEER 1953, LÖW 1955, KRAUSS 1958). Nagytermetű tengeri algákban általában kisebb értékeket (0,06%) találtak (TSUDA et al. 1957). Néhány törzsünk szterintartalma figyelemre méltó (*Scenedesmus acutus*, *S. spinosus*, *Ankistrodesmus sp.*) és néhány, itt nem részletezett adatunk szerint az tenyésztési módszerekkel befolyásolható.

#### IRODALOM

- BERGMANN, W. and R. J. FEENZY (1950): Sterols of algae I. The occurrence of chondrillasterol in *Scenedesmus obliquus*. — *J. org. Chem.* **15**, 812–814.
- BURLEW, J. S. (1953): Algal culture from laboratory to pilot plant. — *Carnegie Inst. Wash. Publ.* **600**, 1–357.
- CLARKE, H. T. and A. MAZUR (1941): The lipids of diatoms. — *J. biol. Chem.* **141**, 283–289.
- KAUFMANN, H. P. (1958): Analyse der Fette und Fettprodukte. — *Springer Verl. Berlin*, 1–1816.
- KLOSTY, M. and W. BERGMANN (1952): Sterols of algae III. The occurrence of ergosterol in *Chlorella pyrenoidosa*. — *J. Amer. Chem. Soc.* **74**, 1601.
- KRAUSS, R. W. (1958): Physiology of the fresh-water algae. — *Ann. Rev. Plant Physiol.* **9**, 207–244.
- KRAUSS, R. W. and W. J. McALEER (1953): Growth and evaluation of species of algae with regard to sterol content. — *ap. BURLEW 1953*, 316–325.
- LOW, EVA M. (1955): Studies on some chemical constituents of diatoms. — *J. Mar. Res.* **14**, 199–204.
- TSUDA, K., S. AKAGI and Y. KISHIDA (1957): Discovery of cholesterol in some red algae. — *Science* **126**, 927–928.

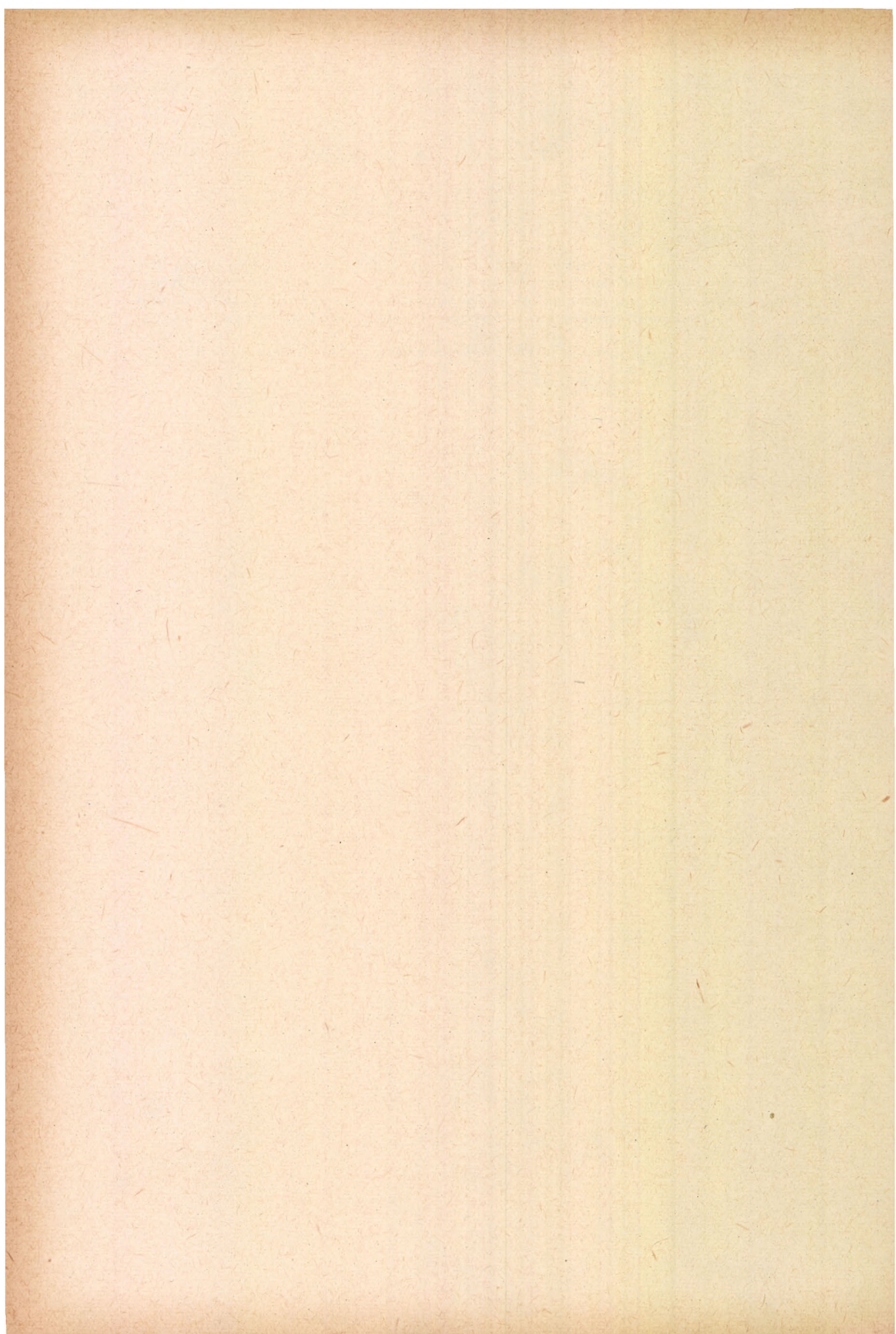
## ON STEROL CONTENT IN SOME UNICELLULAR ALGAE

*Ernő Szabó, Ferenc Ruff and Lajos J. M. Felföldy*

## S u m m a r y

Sixteen different pure strains of unicellular green algae were cultured in ten litre flasks, containing nutrient solutions prepared from tap water by the addition of  $\text{KNO}_3$  and  $\text{KH}_2\text{PO}_4$  nutrient salts. The algal mass was centrifuged, dried at  $60^\circ\text{C}$  in vacuo and powdered. The total sterol content was determined by the method of SCHRAMME (KAUFMANN 1958, 945).

The results are summarized in the *Table* presented in the Hungarian text.



## HORIZONTALE PLANKTON-UNTERSUCHUNGEN IM BALATON

### II. ÜBER DAS PHYTOPLANKTON IM NORDÖSTLICHEN TEIL DES SEES, AUF GRUND DES FILTRATS DER IN 1955, 1956 UND 1958 ENTNOMMENEN PROBEN

GIZELLA TAMÁS

Eingegangen: 15. März 1961

Bezüglich der horizontalen Verbreitung des Phytoplanktons im Balaton stehen uns nur in geringer Anzahl Daten zur Verfügung (ISTVÁNFFI 1897, 1898; PANTOCSEK 1902, 1902a; KOL 1938; SZEMES 1957; TAMÁS 1959).

Systematische Sammlungen zur Untersuchung der horizontalen Verbreitung nahmen erst unter der Anleitung des Sektionsleiters DR. OLGA SEBESTYÉN im Jahre 1955 ihren Anfang (SEBESTYÉN 1960, 1960a).

#### Ort und Zeitpunkt der Probenentnahme

Die Proben wurden in den Jahren 1955 und 1956 im nordöstlichen Teil des Sees, in den Schnittpunkten der Längsachse ( $A_1-E_1$ ) des Wasserspiegels und der rechtwinkelig darauf gezogenen Querprofile, weiters in den Querprofilen ( $A_e-E_e$ ) in der Nähe des oberen, bzw. des unteren ( $A_d-E_d$ ) Seeufers entnommen. Im Jahre 1958 entnahmen wir die Proben längs der Tiefen-Längsachse ( $A_o-F_o$ ). Für spätere Vergleichszwecke haben wir im südwestlichen Seeteil auch ein Querprofil in der Nähe der Halbinsel von Tihany (F) auf der Seekarte bezeichnet (*Abb. 1.*). Die Wassertiefe betrug stets mindestens 3 m. Das Netz wurde in jedem Fall in einer Tiefe von  $\pm 1,5$  m, in der Nähe der Probenentnahms-Punkte gezogen.

In der vorliegenden Studie sehen wir die Ergebnisse der algologischen Untersuchung der Filtermasse (Netz Nr. 25) der aus den Sammelstellen im N.Ö.-Teile des Sees (A—E) und den Querprofilen F stammenden Proben, — ausgenommen die Pyrrophyten Gruppe — zusammengefaßt.

Die bearbeiteten Proben wurden in den Monaten Juni—Juli—August der Jahre 1955, 1956 und 1958 entnommen. Teils infolge der ungünstigen Witterungsverhältnisse (plötzlich entstandene Gewitter, andauernder Wellenschlag) zur Zeit der Probenentnahme und teilweise, weil die Sammlungen von einem einzigen Fahrzeug aus auf ausgedehntem Gebiet vorgenommen wurden, ergeben sich in den einzelnen Jahren tageszeitliche, tägliche und auf einige Tage bzw. Wochen sich erstreckende Verschiebungen (s. S. 145.).

#### Position der Querprofile

- A = Balatonfüred, Fenékfürdő — Balatonzamárdi alsó
- B = Csopak — Balatonszéplak
- C = Alsóórs — Siófok
- D = Káptalanfüred — Balatonszabadi
- E = Balatonalmádi — Balatonvilágos
- F = Örvényes — Balatonföldvár

## Ort und Zeitpunkt der Probenentnahme

1955		1956	
353/A <sub>1</sub>	27. Juli	453/F <sub>1</sub>	12. Juni
355/B <sub>1</sub>	27. Juli	470/A <sub>1</sub>	12. Juni
379/D <sub>1</sub>	15. August	475/B <sub>d</sub> -C <sub>d</sub>	14. Juni
381/E <sub>1</sub>	15. August	485/B <sub>e</sub> -C <sub>e</sub>	14. Juni
388 und 390/F <sub>1</sub>	15. August	497/D <sub>d</sub> -E <sub>d</sub>	15. Juni
		1958	
619/A <sub>0</sub>	30. Juni	638/E <sub>1</sub>	1. Juli
623/B <sub>0</sub>	30. Juni	640/E <sub>e</sub>	1. Juli
627/C <sub>0</sub>	30. Juni	642/B <sub>e</sub>	1. Juli
631/D <sub>0</sub>	30. Juni	646/A <sub>1</sub>	1. Juli
635/E <sub>0</sub>	30. Juni	650/F <sub>0</sub>	7. Juli

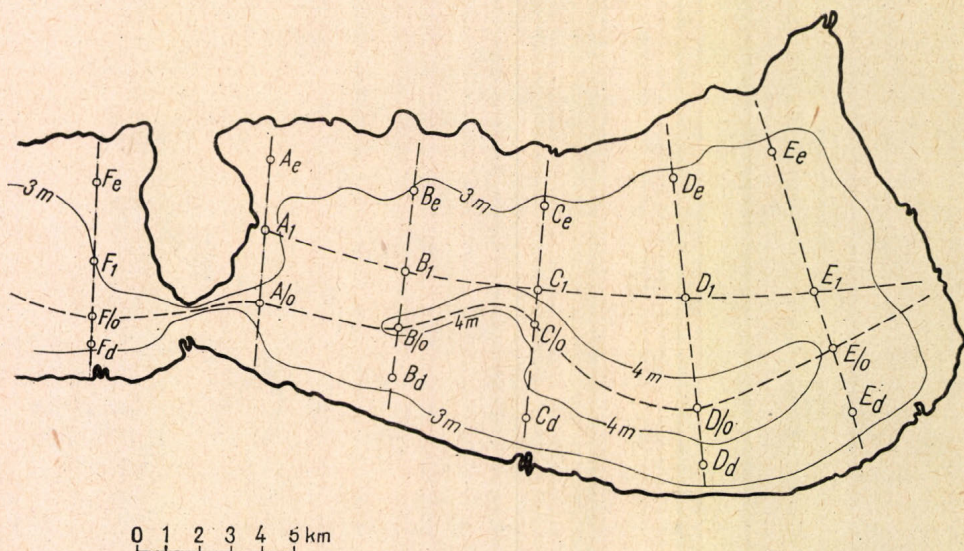


Abb. 1. Skizzenhafte Seekarte des Nord-Ost-Beckens des Balaton, mit Bezeichnung der Probenentnahms-Stellen

1. ábra. A Balaton ÉK-i medencéjének vázlatos térképe a mintavételi helyek megjelölésével.

## Ergebnisse der Untersuchungen

Aus sämtlichen Proben — stellenweise in bedeutender Populationszahl — aufgezeichnete Arten: *Microcystis flos-aquae* (WITTR.) KIRCHEN., *Gomphosphaeria lacustris* CHOD., *Lyngbya circumcreta* G. S. WEST, *L. limnetica* LEMM., *Aphanizomenon flos-aquae* var. *klebahnii* ELENK., *Euglena oxyuris* SCHMARDA, *Pediastrum clathratum* (SCHROET.) LEMM., *P. duplex* var. *reticulatum* LAGERH., *Oocystis solitaria* WITTR., *Closterium aciculare* WEST, *Staurastrum gracile* RALFS, *S. paradoxum* MEYEN, *Planktonema lauterborni* SCHMIDLE, *Melosira granulata* (EHR.) RALFS, *M. granulata* var. *angustissima* O. MÜLL., *Cyclotella bodanica* EULENST., *C. ocellata* PANT., *Attheya zachariasii* BRUN., *Fragilaria crotonensis* KITTON, *Synedra acus* var. *angustissima* GRUN., *Stenopterobia pelagica* HUST., *Cymatopleura elliptica* (BRÉB.) W. SMITH, *C. solea* (BRÉB.) W. SMITH.



Die hier aufgezählten 23 Arten sind in den Sommermonaten im NO.-Becken im offenen Wasser des Balaton stets anzutreffen.

In den Proben aus der Längsachse des Wasserspiegels ( $A_1-F_1$ ) und in den entlang der Tiefen-Längsachse entnommenen Proben ( $A_0-F_0$ ) kommen neben den vorherigen oft auch durch die Wellenbewegung aus dem ufernahen tiefen Wasser herausgeschwemmte Algen vor, deren eigentlicher Lebensraum sich in der Nähe der Ufer hinzieht. z. B.:

1. Die folgenden Arten haben wir in allen drei Jahren in je einer Probe, — manchesmal bloß in eigenen Exemplaren — angetroffen: *Chroococcus dispersus* (KEISSL.) LEMM., *C. minutus* (KÜTZ.) NAEG., *Aphanocapsa delicatissima* W. et G. S. WEST, *A. elachista* var. *planctonica* G. M. SMITH, *Merismopedia glauca* (EHR.) NAEG., *Coelosphaerium kuetzingianum* NAEG., *Euglena acus* EHR., *E. ehrenbergii* KLEBS, *Phacus acuminatus* STOKES, *Gloeococcus schroeteri* (CHOD.) LEMM., *Dictyosphaerium ehrenbergianum* NAEG., *D. pulchellum* WOOD., *Pediastrum boryanum* (TURP.) MENEGH., *P. clathratum* var. *duodenarium* (BAILEY) LEMM., *Coelastrum microporum* NAEG., *Oocystis rupestris* KIRCHN., *Nephrocytium allantoides* BOHLIN, *Scenedesmus balatonicus* HORTOB., *S. quadricauda* (TURP.) BRÉB., *Crucigenia triangularis* CHOD., *Botryococcus braunii* KÜTZ., *Dinobryon divergens* IMH.

2. Entlang der Tiefen-Längsachse ( $A_0-F_0$ ) im Jahre 1958 gesammelten Filtermaterial haben wir die folgenden weiteren Glieder des Uferplanktons aufgezeichnet: *Chroococcus limneticus* LEMM., *Aphanothece clathrata* var. *brevis* BACHM., *Merismopedia punctata* MEYEN, *Oscillatoria tenuis* AG., *Phacus tortus* (LEMM.) SKV., *Oocystis lacustris* CHOD., *O. naegelii* A. BRAUN, *Chodatella balatonica* SCHERFFEL, *Ankistrodesmus falcatus* (CORDA) RALFS, *A. longissimus* (LEMM.) WILLE, *Closterium acutum* var. *variabile* (LEMM.) KRIEG., *C. polystictum* NYGAARD. Bezüglich des Vorkommens dieser letzteren drei Arten muß bemerkt werden, daß uns *Ankistrodesmus longissimus* aus dem Wasser des Schiffsankerplatzes von Balatonboglár aus dem Monat Oktober bekannt war (HORTOBÁGYI 1947, 18). *Closterium acutum* var. *variabile* kam im Plankton von Fonyód und in den verschiedenen Biotopen von Balatonboglár vor (HORTOBÁGYI 1942, 75; 1943, 117; 1951, 257). *Closterium acutum* war in den, aus dem Jahre 1936 stammenden Probenserien der Monate Juli—September—Dezember enthaltenen Proben, welche aus dem offenen Wasser vor dem Biologischen Forschungsinstitut zu Tihany entnommen waren, anzutreffen, während *Closterium polystictum* bloß in der November-Probe des Jahres 1936 vorkam (HORTOBÁGYI 1959, 340).

3. In den Filterproben aus den Jahren 1955 und 1956 fanden sich *Chroococcus minimus* (KEISSL.) LEMM., *Aphanocapsa biformis* A. BRAUN, *Coelosphaerium naegelianum* UNG., *Ankistrodesmus falcatus* var. *mirabile* W. et G. S. WEST, *Chlorobotrys regularis* BOHLIN, *Dinobryon bavaricum* IMH.

4. Nur von einzelnen Stellen aufgezeichnete ufernahen Arten. In den vor dem Biologischen Forschungsinstitut zu Tihany gesammelten Proben ( $A_1$ ) fand sich *Aphanocapsa elachista* W. et G. S. WEST, *Microcystis aeruginosa* KÜTZ., *M. aeruginosa* var. *maior* (WITTR.) G. M. SMITH, *Phacus brevicaudatus* (KLEBS) LEMM., *P. caudatus* HÜBNER.

In den vor Balatonalmádi gesammelten Proben ( $E_c$ ) trafen wir *Euglena gracilis* KLEBS, *Trachelomonas volvocina* EHR. sowie *Chrysococcus punctiformis* PASCHER an. Diese letzteren kamen am Südufer des Balaton (Szántód) in den

Proben aus den Detritusdriften aus den Monaten August—September 1959 in bedeutenden Populationen vor (GELLÉRT—TAMÁS 1960, 59).

*Ankistrodesmus falcatus* var. *spirilliformis* G. S. WEST und *Crucigenia fenestrata* SCHMIDLE haben wir aus der Probe, entnommen vor Káptalanfüred (D<sub>e</sub>) im August 1955, in geringer Individuenzahl aufgezeichnet.

Die im August 1955 vor Örvényes (in der Nähe der Bozsai-Bucht) gesammelte Probe enthielt in der Filtermasse außer *Closterium acerosum* (SCHRENK) EHRENB. auch interessante Blaualgen. *Pilgeria brasiliensis* SCHMIDLE sowie *Anabaena spiroides* KLEB. sind bisher nur von Balatonboglár (HORTOBÁGYI 1943, 81, 83; 1951, 247), *Aphanizomenon ovalisporum* FORTI bloß aus dem offenen Wasser vor dem Biologischen Forschungsinstitut zu Tihany bekannt (TAMÁS 1959, 386). Gleichfalls in der Probe F<sub>1</sub> kam *Crucigenia quadrata* var. *octogona* SCHMIDLE vor, welche bisher nur in den seichteren Gewässern vor Fonyód, Balatonboglár (HORTOBÁGYI 1942, 73; 1943, 113; 1951, 255) sowie dem offenen Wasser vor Tihany (A<sub>1</sub>) in den Proben der Monate Juli—September—Oktober 1936 angetroffen wurde (HORTOBÁGYI 1959, 336).

Die zeitliche Abweichung der Probenentnahmen — wir sammelten die Proben im Jahre 1955 sechs Wochen und sogar zwei Monate später ein, als in 1956 und 1958 (siehe S. 00.) — erhellt am ehesten aus den Daten der stenothermen Formen. Die wärmeres Wasser bevorzugenden Arten, wie *Coelastrum microporum*, *Oocystis rupestris*, *Nephrocystium allantoideum*, *Scenedesmus balatonicus*, *Chlorobotrys regularis*, *Dinobryon bavaricum* und *D. divergens* fehlten in den Filterproben vom Juni—Juli oder waren nur in geringer Individuenzahl, sehr vereinzelt anzutreffen. Aus ihrem häufigen Vorkommen ab Ende Juli bis September kann man auf eine große Entwicklung des Bestandes schließen. Hiedurch erfährt auch die Richtigkeit jener bereits früher gemachten Feststellung ihre Bekräftigung, wonach eine üppige Entwicklung des Seelebens im Balaton auf diesen Abschnitt des Sommers entfällt (vgl. TAMÁS 1954, 217—218).

In einigen Proben haben wir an Copepoden auch Individuen der epibiontischen *Colacium vesiculosum* EHR. beobachten können.

In den Proben kamen auch recht viel tychoplanktische Kieselalgen vor. Diese waren über Einwirkung der Wellenbewegung teilweise aus dem Bodenschlamm, teils wieder aus der Uferzone in das offene Wasser geschwemmt worden. Es waren dies die folgenden: *Melosira italica* (EHR.) KÜTZ., *M. varians* AGARDH., *Cyclotella meneghiniana* KÜTZ., *Diatoma elongatum* var. *tenuis* (AG.) KÜTZ., *Fragilaria construens* (EHR.) GRUN., *Synedra acus* KÜTZ., *S. ulna* (NITZSCH) EHR., *Rhoicosphenia curvata* (KÜTZ.) GRUN., *Navicula cryptocephala* KÜTZ., *N. placentula* (EHR.) GRUN., *N. pupula* KÜTZ., *N. radiosa* KÜTZ., *N. reinhardtii* GRUN., *N. tuscula* (EHR.) GRUN., *Diploneis domblittensis* (GRUN.) CLEVE, *D. elliptica* (KÜTZ.) CLEVE, *D. puella* (SCHUM.) CLEVE, *Gyrosigma attenuatum* (KÜTZ.) RABH., *G. kützingii* (GRUN.) CLEVE, *Cymbella affinis* KÜTZ., *C. aspera* (EHR.) CLEVE, *C. cymbiformis* (KÜTZ.) VAN HEURCK, *Amphora ovalis* KÜTZ., *Epithemia intermedia* FRICKE, *E. turgida* (EHR.) KÜTZ., *Nitzschia angustata* (W. SMITH) GRUN., *N. dissipata* (KÜTZ.) GRUN., *N. hungarica* GRUN., *N. sigmoidea* (EHR.) W. SMITH, *Cymatopleura angulata* GREV., *Surirella elegans* EHR., *S. elongata* (PANT.) A. CLEVE, *S. linearis* var. *helvetica* (BRUN.) MEIS., *S. robusta* EHR., *S. robusta* var. *splendida* (EHR.) VAN HEURCK, *S. tenera* GREG., *S. turgida* W. SM.

Über die horizontale Verbreitung der Mitglieder des Phytoplanktons können wir uns ein klareres Bild machen, wenn wir erst die im Zuge befindliche Bearbeitung der für die Zwecke einer quantitativen Untersuchung gesammelten Probenserien beendet und die gewonnenen Daten ausgewertet haben.

### Zusammenfassung

In vorliegender Studie erscheinen die Ergebnisse der algologischen Untersuchung der, aus unserer, zum Zwecke der Erkennung der horizontalen Verbreitung der Planktonorganismen (siehe: SEBESTYÉN 1960, 120) im nordöstlichen Teile des Balaton (*Abb. I.*) gesammelten Proben gewonnenen Filtermaterial, — mit Ausnahme der Pyrrophyten Gruppe — zusammengefaßt.

Die bearbeiteten 21 Proben stammen aus den Monaten Juni—Juli—August der Jahre 1955, 1956 und 1958. Mit dem Netz No. 25/ wurde jedesmal auf einem 3 m tiefen Gebiet in einer Tiefe von  $\pm 1,5$  m in der Nähe der bezeichneten Probenentnahms-Punkte gesammelt.

Aus den Proben haben wir 116 Arten aufgezeichnet. Diese Anzahl verteilt sich in den einzelnen Algengruppen auf folgende Weise:

Cyanophyten .....	24
Euglenophyten.....	10
Chrysophyten .....	53
Chlorophyten .....	29
<hr/>	
Zusammen .....	116

In jeder der Proben kamen — stellenweise in recht großen Populationen — 23 euplanktische Mitglieder vor. In den, aus der Mitte des Sees gesammelten Proben fanden sich in bedeutend großer Anzahl auch solche Arten, deren eigentlicher Lebensraum auf das ufernahe Tiefwasser entfällt. Diese haben wir in 4 Gruppen zusammengefaßt:

1. Formen, welche in allen drei Jahren — zuweilen bloß in einigen Exemplaren — in je einer Probe enthalten waren (s. S. 145);
  2. Aus den, entlang der Tiefen-Längsachse ( $A_0$ — $F_0$ ) im Jahre 1958 gesammelten Proben aufgezeichnete Formen (s. S. 145)
  3. Die aus den in 1955 und 1956 gesammelten Proben bzw. ihren Filtermassen entnommenen und aufgezeichneten Formen (s. S. 145);
  4. Nur an einzelnen Stellen beobachtete ufernahe Arten (s. S. 145—146).
- Tychoplanktische Kieselalgen, als aus der Uferzone und vom Seegrund hergelangte benthische Gastformen kommen oft im offenen Wasser vor. Diese Erscheinung ist bekanntermassen bezeichnend für den Balaton.

Die zeitliche Abweichung der Proben-Entnahmszeiten in den einzelnen Jahren kommt auch in den Daten der warmes Wasser liebenden Formen zum Ausdruck. Die warm stenothermen Arten fehlen noch aus den zu Anfang des Sommers gesammelten Proben oder kamen nur sehr spärlich vor. Gegen die Mitte des Sommers steigerte sich deren Anzahl. An diesen Arten war die Probenserie vom August am reichsten. Dieser Umstand bestärkt die Richtig-

keit jener älteren Beobachtung, daß im Balaton die üppige Entfernung des Seelebens auf diesen Abschnitt des Sommers entfällt.

Wir können uns ein klareres Bild über die horizontale Verbreitung der Mitglieder des Phytoplanktons erst machen, wenn wir die im Zuge befindliche Bearbeitung der zum Zwecke einer quantitativen Untersuchung gesammelten Probenreihen beendet und die gewonnenen Daten ausgewertet haben.

## LITERATUR

- GELLÉRT J.—TAMÁS G. (1960): Detritusz-turzások kovamoszatainak és csillósainak ökológiai vizsgálata a Balaton déli partján. — Ökologische Untersuchung der Kieselalgen und Ciliaten von Detritusdriften an der südlichen Uferseite des Balaton. — *Annal. Biol. Tihany* **27**, 55—64.
- HORTOBÁGYI T. (1942): Adatok a Balaton fonyódi júliusi mikrovegetációjához. — Beiträge zur Juli-Mikrovegetation des Balaton-Sees bei Fonyód. — *Bot. Közl.* **39**, 57—85.
- HORTOBÁGYI T. (1943): Adatok a Balaton boglári sestonjában, psammonjában és lasionjában élő moszatok ismeretéhez. — Beiträge zur Kenntnis der im Boglárer Seston, Psammon und Lasion lebenden Algen des Balaton-Sees. — *Magy. Biol. Kut. Munk.* **15**, 75—127.
- HORTOBÁGYI T. (1947): 33 eddig ismeretlen moszat a Balaton sestonjából. — 33 Algae adhuc e seston lacus Balaton (Hungaria) ignotae. — *Bot. Közl.* **43**, 11—21.
- HORTOBÁGYI T. (1951): Biocoenotikai tanulmányok a Balaton somogyi nyílt vizén, tekintettel a halak táplálkozására. — Biozönotische Studien im offenen Wasser des Balaton-Sees, mit Rücksicht auf die Ernährung der Fische. — *Budapesti Tudományegyetem Biol. Int. Évkönyve* **1**, 198—299.
- HORTOBÁGYI T. (1959): Algák a Balatonból. — Algen aus dem Balaton. — *Annal. Biol. Tihany* **26**, 329—342.
- ISTVÁNFFI GY. (1897): A Balaton moszatflórája. — Algenflora des Balaton-Sees. — *Balaton Tud. Tanulm. Eredm. II.* **2**, 1—141.
- ISTVÁNFFI, J. (1898): Kryptogame Flora des Balaton-Sees und seiner Nebengewässer. — *Res. wiss. Erforsch. d. Balaton-Sees. Wien II.* **2**, 1—148.
- KOL, E. (1938): Die Algenvegetation des Balaton-Sees. — A Nagy-Balaton algavegetációja. — *Magy. Biol. Kut. Munk.* **11**, 154—160.
- PANTOCSEK J. (1902): A Balaton kovamoszatai. — Kieselalgen des Balaton-Sees. — *Balaton Tud. Tanulm. Eredményei II.* **2**, 1. 1—144.
- PANTOCSEK, J. (1902a): Die Bacillarien des Balaton-Sees. — *Res. wiss. Erforsch. d. Balaton-Sees.* — *Wien II.* **2**, 1. 1—144.
- SEBESTYÉN O. (1960): Horizontális planktonvizsgálatok a Balatonon I. Tájékozódás a planktonrákok horizontális elterjedéséről. — Horizontale Planktonuntersuchungen im Balaton I. Orientierende Untersuchungen über die horizontale Verbreitung der Planktonkrebse. — *Annal. Biol. Tihany* **27**, 115—130.
- SEBESTYÉN, O. (1960a): Quantitative plankton studies on Lake Balaton X. Notes on the distribution of *Leptodora Kindtii* Focke. — Mennyiségi planktontanulmányok a Balatonon X. Néhány adat a *Leptodora Kindtii* Focke népségsűrűségéről. — *Ibid.* **27**, 131—138.
- SZEMES, G. (1957): Die Diatomeen des Balaton-Sees. — A Balaton Bacillariophyceái. — *Ibid.* **24**, 193—270.
- TAMÁS G. (1954): Mennyiségi planktontanulmányok a Balatonon IV. A negyvenes évek fitoplanktonjáról. — Quantitative plankton studies in Lake Balaton IV. Phytoplankton for the years 1944—1951. — *Ibid.* **22**, 199—225.
- TAMÁS, G. (1959): Algenflora des Balaton-Sees 1938—1958. — A Balaton algaflórája 1938—1958. — *Ibid.* **26**, 349—392.

## HORIZONTÁLIS PLANKTONVIZSGÁLATOK A BALATONON

## II. A tó ÉK-i részének fitoplanktonjáról 1955, 1956 és 1958-ban gyűjtött hálósüredék alapján

Tamás Gizella

## Összefoglalás

A planktonszervezetek horizontális elterjedésének megismerése céljából gyűjtött mintasorozatok közül (l. SEBESTYÉN 1960, 120. o.) a tó ÉK-i részén (1. ábra) hálózott süredékminták algológiai vizsgálatának eredményét foglalja össze ez a tanulmány a Pyrrophyta csoport kivételével.

A feldolgozott 21 minta 1955, 1956 és 1958 évek június—július—augusztus hónapjából származik. A háló vontatása minden esetben 3 m-es vízmélységű területen  $\pm 1,5$  m-es mélységben történt.

A mintákból 116 formát jegyeztünk fel. Ez a szám az egyes algacsoportokban a következőképpen oszlik meg:

Cyanophyta .....	24
Euglenophyta .....	10
Chrysophyta .....	53
Chlorophyta .....	29
Összesen .....	116

Minden mintában — helyenként igen nagy népségben — előfordult 23 euplanktonikus tag. A tó közepéről származó mintákban ezeken kívül igen nagy számban voltak olyan fajok, melyeknek valódi élőhelye a partközeli mélyvízben van. Ezeket 4 csoportba foglalta:

1. Mindhárom évben — olykor csupán néhány példányban — fordultak elő egyegy mintában (l. 145. o.).

2. A mélységi hossz tengely mentén ( $A_0-F_0$ ) 1958 évben gyűjtött hálósüredékből (l. 145. o.).

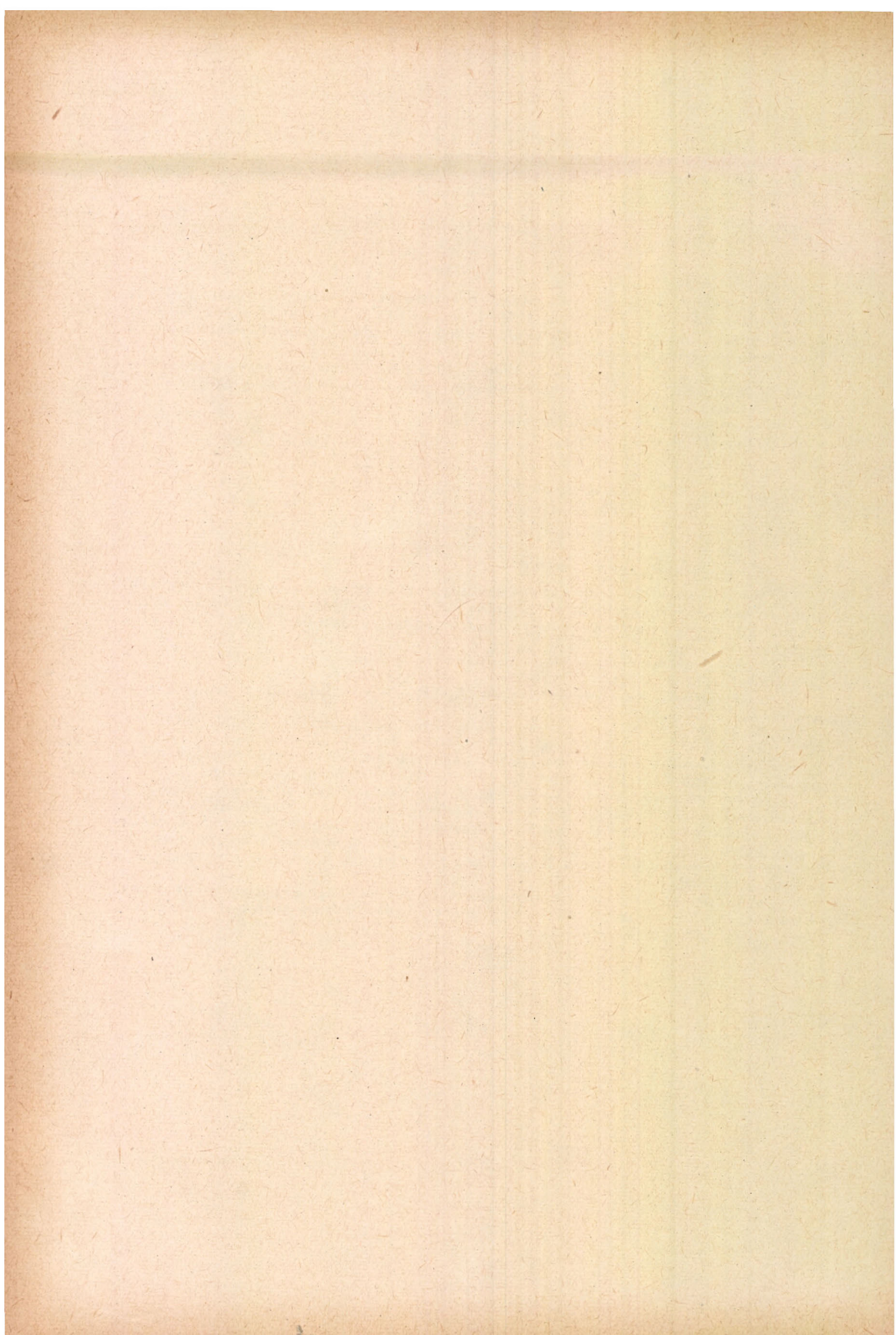
3. Az 1955. és 1956. évi hálósüredék mintákból feljegyzett formák (l. 145. o.).

4. Csak egyes helyekről megfigyelt partközeli fajok (l. 145—146. o.).

Tychoplanktikus kovamoszatok, mint a parti övből és a fenékről bekerült bentikus vendégek is gyakoriak. Ez — mint tudjuk — a Balatonra jellemző jelenség.

A mintavételek időbeli eltérése a melegvízkedvelő formák adataiban kifejeződik. A meleg sztenotermikus fajok a nyár elején vett mintákból még hiányoztak, vagy csak igen szórványosan fordultak elő. Nyár derekán számuk megnövekedett. E fajokban leggazdagabb volt az augusztusi mintasorozat. Ez támogatja annak a régebbi megállapításnak a helyességét, hogy a Balatonon a tavi élet dús kifejlődése a nyárnak erre a szakaszára esik.

A fitoplankton tagjainak horizontális elterjedéséről világosabb képet alkothatunk, ha a kvantitatív vizsgálatok céljaira vett mintasorozatok folyamatban levő feldolgozása során nyert adatokat kiértékeljük.



## ZÖNOLOGISCHE UND ÖKOLOGISCHE UNTERSUCHUNGEN IN DEN RÖHRICHTEN DES NEUSIEDLERSEES (FERTŐ-TÓ)

LÁSZLÓ TÓTH und ERNŐ SZABÓ

Eingegangen am 15. März 1961

Im Plan der Botanischen Abteilung des Biologischen Forschungsinstitutes zu Tihany ist im Rahmen der Probleme der primären Produktion auch die Erforschung der Bedeutung der Wasserpflanzen höherer Ordnung aufgenommen. Als ersten Schritt dieser Arbeit haben wir die zönologischen und Umweltsverhältnisse der Röhrichte des Balaton-Sees untersucht (TÓTH 1960, 1960a).

Im Jahre 1960 hatten wir es uns zur Aufgabe gestellt, eine ähnliche Untersuchung der Röhrichte des Neusiedlersees und des Sees von Velence vorzunehmen und zwar einerseits, da eine Bearbeitung dieser Gebiete noch ausständig ist und andererseits, um ein vergleichendes Bild zwischen den botanischen Verhältnissen des Balaton und unserer zwei anderen großen Seen zu gewinnen.

Aus technischen und fachlichen Gründen sind wir im Jahre 1960 an eine ausführliche Untersuchung des ungarischen Teiles des Neusiedlersees geschritten und haben nebst botanischen Aufnahmen auch hydrochemische Untersuchungen, zoologische Aufnahmen und Sammlungen durchgeführt; die Bearbeitung dieses letzteren Materials nimmt noch eine gewisse Zeit in Anspruch.

### Geschichte der Forschungen

Eine ausführliche botanische Analyse der zu Ungarn gehörigen Röhrichte des Neusiedlersees ist bisher noch nicht erfolgt. In der Erforschung des genannten Sees wurden mehr zoologische und hydrochemische Untersuchungen vorgenommen. Unter diesen ragen vor allem die Arbeiten von L. VARGA (1928, 1931, 1931a, 1937) hervor, der nebst zoologischen und hydrochemischen Studien auch botanische Beobachtungen gemacht hat (1931, 1931a).

GEYER und MANN (1939) führten im ungarischen Abschnitt des Sees limnologische und fischerei-biologische Untersuchungen durch. WOYNÁROVICH (1941), sodann KNIE (1958) stellen einen Vergleich zwischen den hydrochemischen charakteristischen Eigenschaften und dem Wasser mehrerer anderer Seen an.

Recht viele Arbeiten befassen sich sowohl österreichischer, wie auch ungarischerseits mit den Problemen des Wasserhaushaltes und der hydrologischen Regelung des Sees. Eine ausführliche Aufzählung dieser Arbeiten fällt nicht in den Rahmen unserer vorliegenden Studie und wollen wir hier

nur zwei erwähnen: SCHUSZTER (1947) berichtet über die Probleme des Wasserhaushaltes des Sees und fügt kritische Bemerkungen zu den bisher veröffentlichten ungarischen und österreichischen Plänen. KÁROLYI (1955) wirft das Problem der Fragen einer Regelung der Hanság und des Neusiedlersees auf.

### Allgemeine Kennzeichnung der Röhrichte des Neusiedlersees

Wenn wir die Röhrichte des Neusiedlersees kurz kennzeichnen wollen, so können wir unsere erste und am meisten ins Auge fallende Impression mit den Worten: „Kultur-Röhricht“ oder ein, unter Agrokultur genommenes Röhricht wiedergeben; regelrecht ausgebildete Kahnwege, ein Netz von Kanälen durchzieht das Röhricht und das Rohr wird von Jahr zu Jahr ordnungsgemäß geschnitten.

Ein anderes und ebenfalls sofort ins Auge fallendes Kennzeichen der Röhrichte des Sees und des Sees selbst ist der überaus niedrige und schwankende Wasserstand.

Diese im Leben des Röhrichtes vorkommenden, teils durch Menschenhand verursachten Eingriffe, teils wieder natürliche Gegebenheiten geben dem Röhricht seinen unverkennbaren Charakter.

Unsere Feststellungen beziehen sich nicht und können sich auch nicht auf den ganzen Neusiedlersee beziehen, da sich unsere Untersuchungen bloß auf den ungarischen Teil des Sees erstreckten, — wo sich in Anbetracht der ganzen Seefläche — die größt ausgedehnten und zusammenhängenden Rohrbestände hinziehen.

Betrachtet man die Seekarte, so ist zu ersehen, daß die Menge der Röhrichtsbestände auf dem österreichischen Teile des Sees bedeutend geringer und das Vorkommen von Rohr zwischen den beiden Ufern sehr abweichend ist, ähnlich, wie dies auch bei den Röhrichten des Balaton beobachtet werden kann, wo das quantitative Vorkommen von Rohr zwischen dem Nord- und Südufer ebenfalls große Unterschiede zeigt. Es ist anzunehmen, daß sich die Röhrichte der österreichischen Seefläche mit derselben Gesetzmäßigkeit ausbreiten, wie jene des Balaton (TÓTH 1960).

Bei den Röhrichten des ungarischen Seeabschnittes lassen sich auf den ersten Blick zwischen dem offenen Wasser und dem Ufer drei Hauptzonen unterscheiden. Die wertvollsten und kräftigsten Bestände befinden sich auf der Grenze des offenen Wassers und ihre Ausdehnung hängt davon ab, wie weit sich die Wirkung des offenen Wassers erstreckt. Dahinter können wir eine größer ausgedehnte Mittlere Zone unterscheiden, wo die Qualität des Rohres offensichtlich minderwertiger als in der vorherigen Zone ist, jedoch immer noch gute Qualität aufweist. Hinter der mittleren Zone befindet sich eine mit Ried zu kennzeichnende Zone, wo zwar das Rohr noch absolut dominiert, jedoch sein Bestand von schilfigen Moorstellen unterbrochen erscheint. Diese Zone ist bloß zu Frühjahrsbeginn oder im Spätherbst von Wasser überflutet. Die Qualität des Rohres ist hier am minderwertigsten.

Nebst dem natürlichen Schwankung des Wasserniveaus wird auch die Wasserbedecktheit der einzelnen Rohrbestände durch das Kanalnetz beeinflusst. So konnte an mehreren Stellen festgestellt werden, daß längs der gegenüberliegenden beiden Seiten des Kanals das Boden des Röhrichts auf der einen Seite von Wasser bedeckt, auf der gegenüberliegenden Seite wieder



trocken war. So hatten sich also auf einer der ansonsten ökologisch gleichen Standorten zwei physiognomisch verschiedene Aspekte desselben Rohrtyps herausgebildet. Zum Verständnis dieser Erscheinung müssen wir die Konstruktion des in den Rohrboden gegrabenen Kanal-Systems kennen. Beim Bau des Kanals wird die ausgebaggerte Erde beiderseits dammartig angehäuft. Infolgedessen fließt das Wasser von den, von Kanälen umzäumten Parzellen verschieden schnell ab.

In ähnlicher Weise hängt auch jene Erscheinung mit dem Kanal-netz zusammen, was man vom offenen Wasser uferwärts fortschreitend wahrnehmen kann, daß das Wasser an einer Stelle bereits unter dem Rohr verschwunden ist, man jedoch gegen das Ufer hin wieder auf eine vom Wasser überflutete, mit Rohr bewachsene Stelle stößt.

Eine Folge des Ausbaues eines Kanal-Systems und seiner Instandhaltungs- und Reinigungsarbeiten zeigt sich ferner auch darin, daß man an diesen etwa 1,5—2 m breiten Dammseiten überhaupt kein Rohr, oder höchstens ein paar Halme antrifft. Der Pflanzenbestand und der Artenreichtum dieser Damm- bzw. Kanalsränder hängt davon ab, ob sie dem offenen Wasser oder dem Seeufer näher stehen. Auf den, dem offenen Wasser näherliegenden Kanalsrändern findet man *Sium latifolium*, *Althaea officinalis*, *Lycopus europaeus*, *L. europaeus* var. *sublanatus*, *Solanum dulcamara*, *Cirsium arvense*, *C. brachycephalum*, *Atriplex* sp., *Schoenoplectus lacustris*, *S. tabernaemontani*, *Bolboschoenus maritimus*, *B. maritimus* var. *compactus*, *Deschampsia caespitosa*, *Agrostis alba*, *Calamagrostis epigeios* und *Typha angustifolia*.

An den näher zum Ufer hin gelegenen Kanalsufern wachsen *Potentilla anserina*, *Melilotus dentatus*, *Sium latifolium*, *Galium palustre*, *Althaea officinalis*, *Centaureum uliginosum*, *Scutellaria galericulata*, *Stachys palustris*, *Lycopus europaeus* var. *sublanatus*, *Mentha aquatica*, *Odontites rubra*, *Plantago major*, *Eupatorium cannabinum*, *Pulicaria dysenterica*, *Achillea asplenifolia*, *Cirsium arvense*, *C. brachycephalum*, *Scorzonera parviflora*, *Samolus valerandi*, *Rumex hydrolapathum*, *Alisma plantago-aquatica*, *Triglochin maritimum*, *Juncus articulatus*, *Schoenoplectus lacustris*, *S. tabernaemontani*, *Bolboschoenus maritimus*, *Eleocharis palustris*, *Cladium mariscus*, *Carex vulpina*, *C. distans*, *C. oederi*, *Deschampsia caespitosa*, *Agrostis alba*, *Calamagrostis epigeios* und *Typha angustifolia*.

Die Wirkung dieser Kanalsränder zeigt sich auch oft in einem einige Meter breiten Streifen in den Röhrichtsändern. Wenn der an den Kanalsrand angeschlossene Röhrichtsbestand aus irgendeinem Grunde schütterer ist, findet man einige Meter breit vom Rande des Röhrichtes auch die am Kanalsufer anzutreffenden Pflanzen an. Zieht sich dagegen ein dichtes und kraftvolles Röhricht dem Kanalsufer benachbart hin, so können die Begleitpflanzen in dasselbe nicht eindringen.

Eine am meisten charakteristische Eigenschaft der Röhrichte des Neusiedlensees ist, — wie dies aus unseren Aufnahmen hervorgeht, — die überaus große Artenarmut der Bestände. Selbst auf den von Wasser kaum bedeckten oder gar trocken gewordenen Stellen findet man keine Wasser- oder Sumpf-Begleitpflanzen. Dies läßt sich wahrscheinlich durch den Umstand, erklären daß in niederschlagsreicheren Jahren die Wasserversorgung dieser Partien günstiger ist oder, daß unter dem üppigen, und geschlossenen Röhrichtsbestand sich die Begleitpflanzen aus Mangel an Licht nicht entwickeln können.

An dieses Problem schließt sich auch unsere, die Röhrichte des Neusiedlersees so sehr kennzeichnende Beobachtung, daß sich innerhalb eines zusammenhängenden und weit ausgedehnten einheitlichen Röhrichtstyps häufig größere oder kleinere schütterere Flecken befinden, welche den homogenen Charakter des Röhrichtes stören. Nach unseren Beobachtungen sind diese mosaikartigen Unterbrechungen in den meisten Fällen auf einen Eingriff von Menschenhand zurückzuführen. In den Radspuren von schweren, auf dem, vom Wasser durchweichten Boden nicht geeigneten Traktoren lichtet sich das Röhricht. In den Traktorspuren kann sich *Chara* massenhaft entwickeln und diese, im Sommer häufig ausgebleichte Massenvegetation zieht und schlängelt sich „landstrassenmäßig“ durch das Röhricht hin. An solchen ausgebleichten Stellen kommen die Arten der sumpfigen Rasenpflanzen infolge der besseren Lichtverhältnisse zu Kräften.

In den ungarischen Teilen des Neusiedlersees liefern die Röhrichte das nützlichste Produkt des Sees. Nach unseren Beobachtungen findet man an den Wachstumstellen des besten Rohres sich über den Wasserspiegel erhebende Sumpfpflanzen, deren Erscheinen in den meisten Fällen das Fortschreiten der auffällenden Sukzession anzeigt, kaum. (Das minderwertigste Rohr findet man in den an die Moorwiese angrenzten Magnocaricetum; vgl. TÓTH, FELFÖLDY, SZABÓ 1961).

Infolge der ungünstigen Niederschlagsverhältnisse der letzten Jahre war der Wasserstand des Neusiedlersees andauernd niedrig. Die Wassertiefe würde bereits einem weites fortgeschrittenen Stadium der Sukzession entsprechen, doch zeigt die kräftige Rohrbildung und der Mangel eines sumpfigen Rasenbodens, daß die Untiefe des Wassers nicht die Folge der Auffüllung ist. Das Röhricht herrscht in diesen Biotopen vermöge seiner beschattenden Wirkung noch absolut vor. Wenn jedoch die Geschlossenheit des Bestandes durch künstliche Eingriffe gelöst wird, mahnt das sofortige Erscheinen der Sumpfpflanzen an die kritische Situation und an die Möglichkeit einer Verschlechterung der Rohrbestände.

Wollen wir in der Zukunft erreichen, daß unsere Röhrichtsbestände ihre gute Qualität behalten und wir auch verhindern wollen, daß das Röhricht sich weitere Gebiete der offenen Seefläche erobere, so wäre die dringlichste Aufgabe, das Niveau des Wasserspiegels zu heben und beständig zu erhalten, was auch eine Verhinderung des Fortschreitens der Sukzession zur Folge hätte. Hierdurch könnte man nicht allein eine allgemeine Verschlechterung der Röhrichtsbestände hintanhaltend, sondern auch die vorkommenden, oft notwendigen menschlichen Eingriffe (z. B. Traktoren) bzw. deren schädigende Wirkung zweifellos auf ein weniger bedeutendes Maß einschränken.

### Methoden der Untersuchungen

Unsere zöologische Aufnahmen haben wir mittels der in Ungarn gebräuchlichen Quadrat-Methode von  $5 \times 5$  m betrogenden flächen vorgenommen. Die quantitative Schätzung wurde mit Hilfe der A—D Skala von BRAUN—BLANQUET getroffen. Bei den Aufnahmen wurden auch die ins Röhricht hineingeschwemmt, abgerissenen schwimmenden Laichkrautreste aufgezichnet. Bei unseren Aufnahmen drangen wir längs der zwischen dem offenen Wasser und dem Ufer gebauten Kahnwege vom offenen Wasser her, zu

verschiedene Tiefe in das Röhricht ein und verfertigten dort unsere Aufnahmen zum Ufer parallel. Unsere Arbeit wurde durch den Umstand erleichtert, daß viele solche Kanäle das Röhricht durchschnitten und diese zwischen dem offenen Wasser und dem Ufer ein gutes Querschnittsbild zeigten. Ohne dieses Kanal-system hätten wir diese Aufnahmen kaum vornehmen können, da wir mehrere Kilometer lange Röhrichtsfelder hätten durchdringen und uns durch sie hindurchwinden müssen. Im Abschnitt von Fertőboz z. B. beträgt die Entfernung vom offenen Wasser zum Ufer 9–10 km.

Einen Teil unserer hydrochemischen Analysen machten wir nach den Wasseruntersuchungs-Methoden von MAUCHA (1945). Die Bestimmungen des pH, des Karbonat-Ion- und Kohlensäuregehaltes nahmen wir an Ort und Stelle vor und führten gleichzeitig auch die Sauerstoffbestimmungen durch. Der andere Teil unserer Analysen erfolgte im Laboratorium, woselbst wir die Calcium- und Magnesium-Ione komplexometrisch (KÖRÖS 1953), die Natrium- und Kalium-Ione mittels Flammenphotometer, die Sulfat-Ione gravimetrisch und die Chloride nach der WINKLERSchen (ERDEI 1951, 246) Methode bestimmten.

An dieser Stelle wollen wir über die Auswahl der Probenentnahmestellen berichten, welche wir der leichteren Übersichtlichkeit halber in zwei Gruppen geteilt besprechen: Chemismus des

1. offenen Wassers,
2. vom Röhricht bedeckten Wassers.

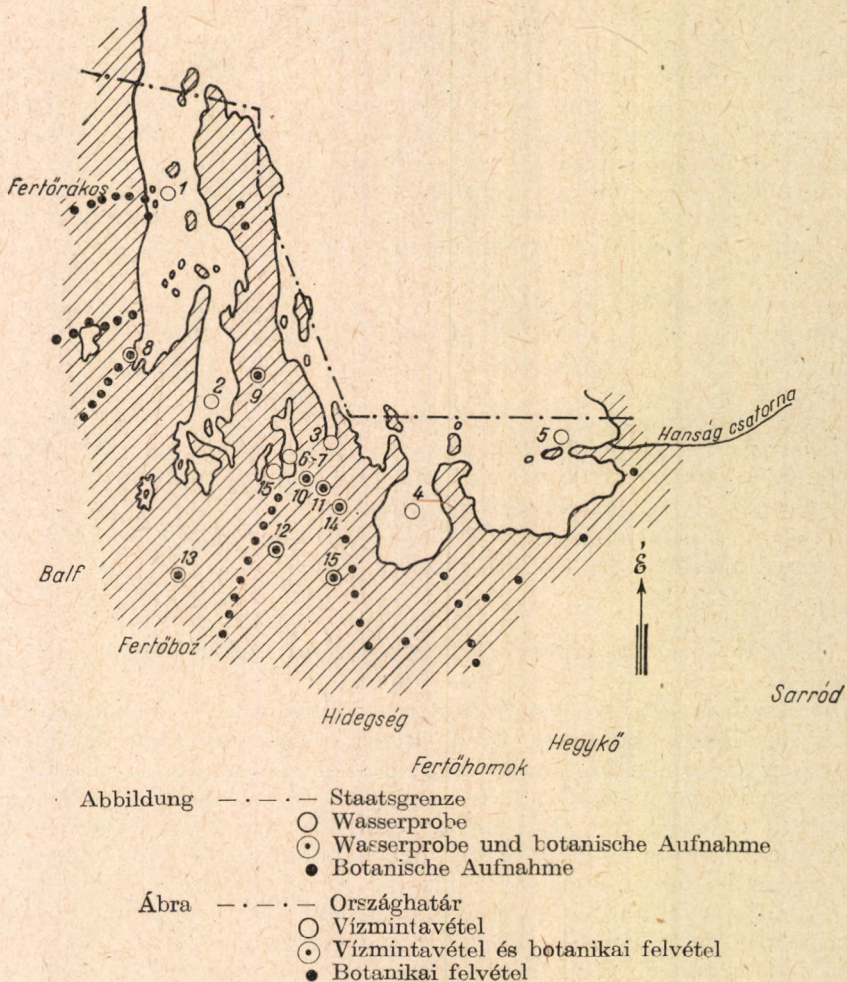
Unser Ausgangspunkt war in beiden Fällen der vor Fertőrákos sich hinziehende Abschnitt, von wo wir in östlicher Richtung zum einzigen Abfluß des Sees, zum Hanság-Kanal fortschritten.

Unsere Untersuchungen an Ort und Stelle führten wir in den Monaten Juli, August und September 1960 durch.

### **Wechselwirkung vom offenen Wasser und Röhricht**

Im Laufe unserer Röhrichtsstudien gewährte uns die chemische Untersuchung des Röhrichtswassers einen guten Anhaltspunkt zur Auseinanderhaltung der einzelnen Röhrichtstypen. Da die über eine eigene Ökologie verfügenden Röhrichts-gebiete durch das Eindringen von offenen Seewassermengen mit entscheidend abweichendem Chemismus umgrenzt waren, mußten wir auch im Neusiedlersee unsere Arbeit mit der Untersuchung des offenen Wassers beginnen, umsomehr als die hierüber vorhandenen Angaben bereits veraltet sind und andererseits auch nicht den Chemismus des ganzen Sees widerspiegeln. Unseren Zwecken konnten sie daher, — die limnologischen Anforderungen vor Augen haltend, — nicht entsprechen. Bei unseren Untersuchungen haben wir auch hier die für seichte Gewässer, — wie z.B. den Balaton — kennzeichnenden horizontalen chemischen Unterschiede gesucht. Der Neusiedlersee ist für eine Vermessung in diesem Sinne deshalb geeignet, weil sein Wasser am seichtesten und die Bewegung dessen ganz eigenartig ist, weil die Ufer des Sees mächtige, weitausgedehnte zusammenhängende Röhrichtsfelder umsäumen, und weil die Zusammensetzung des Wassers von den unseren, wohl durchforschten Seen abweicht, und der See endlich alle diese Gesichtspunkte zusammengefaßt ein interessantes und neues Gebiet für einen Naturforscher darstellt.

Die *Tabelle 1* enthält die Daten unserer Analysen des offenen Wassers. Die Tiefe des Wassers beträgt 60—80 cm, die Farbe desselben erscheint infolge der schwebenden anorganischen kolloiden Teilchen trüb, lehmig gelb und ein lebhafterer Wind vermag ihn von Grund auf aufzuwühlen. Die in Flecken wachsenden Laichkrautfelder bestehen hauptsächlich aus *Myriophyllum spicatum* und *Potamogeton pectinatus*.



Wenn wir in der *Tabelle 1* die am meisten wechselnden Werte (pH,  $\text{CO}_3\text{--Ca}^{++}$ ) in Betracht ziehen, sehen wir von der Sammelstelle von Fertőrákos bis zum Hanság-Kanal eine eindeutige Veränderung derselben: das pH und der Karbonat-Gehalt wächst an und die Calcium-Konzentration fällt zurück. Diese Erscheinung ist leicht zu erklären, denn am Ostufer liegen die alkalischen Gebiete des Seewinkels (Fertőzug) und der Hanság. In den beiden letzten Zeilen der *Tabelle* haben wir die Daten des von der „Herrenlacke“ genannten von Röhrichten umgebenen weitausgedehnten offenen Wasser-

fläche („See im See“) angeführt. Unter diesen stammt die Probe 6. aus dem mittleren Teile des Wasserspiegels, etwa 200 m vom Rande des Röhrlichtes; die Probe 7. haben wir cca 30 m vom Rande des Röhrlichtes geschöpft, also wurden beide dem „offenen Wasser“ entnommen. Die Erklärung des sich zwischen beiden ergebenden Unterschiedes wollen wir später bringen.

Tabelle 1 — 1. táblázat

Daten der chemischen Analyse des offenen Wassers  
Nyíltvízi vízminták kémiai analízise

Benennung der Sammelstellen im offenen Wasser Nyíltvízi gyűjtőhelyek megnevezése	1	2	3	4	5	6	7
	Vor Fertőrákos elfött (12. VII. 1960.)	Offenes Wasser nördlich der Röhrlichtszung von Balf am Ende der Bucht von Fertőrákos F. R.-i öböl elfött (13. VII. 1960.)	Offenes Wasser nördlich des geraden Grabens von Homok Homoki árokfői északra (14. VII. 1960.)	Bucht von Hegykő Hegykői öböl (16. VIII. 1960.)	Offenes Wasser beim Hausség-Kanal Hausség-csatornánál (17. VIII. 1960.)	Herrenlacken (13. VII. 1960.)	Herrenlacken (13. VII. 1960.)
pH	8,6	8,5	8,4	9,5	9,5	8,7	8,7
El <sub>18</sub>	1922,0	1703,0	2582,0	2144,0	2065,0	1939,0	2052,0
Abd. Rückst. mg/l Szárasmaradék	1534	1601	2087	1683	1717	1657	1676
O <sub>2</sub> mg/l	8,8	6,0	4,6	4,6	7,5	7,6	4,7
Ca <sup>++</sup> mg/l	31,6	30,0	25,2	9,6	12,0	28,0	31,2
Mg <sup>++</sup> mg/l	113,4	113,2	146,2	122,3	119,5	118,8	117,6
Na <sup>+</sup> mg/l	392	384	513	382	402	415	400
K <sup>+</sup> mg/l	23	28	49	46	42	40	40
CO <sub>2</sub> mg/l	0	0	0	0	0	0	0
CO <sub>3</sub> <sup>---</sup> mg/l	70,2	51,0	0	114,8	89,8	89,4	23,6
HCO <sub>3</sub> <sup>---</sup> mg/l	572,2	674,1	1086,9	415,2	526,2	556,3	757,4
SO <sub>4</sub> <sup>---</sup> mg/l	403,9	417,7	548,3	472,6	464,5	408,4	408,6
Cl <sup>-</sup> mg/l	205	208	278	230	225	223	223
SBV m val	12,9	13,8	17,8	12,3	12,0	13,6	14,1
W.-Temperat. C°	22,2	21,0	21,4	19,2	20,5	18,6	18,4
Vízhőfok							
Secchi	27,0	17,5	16,0	37,5	11,5	18,4	15,0
W.-Tiefe cm	80	83	74	68	30	80	69
Vízmélység							

Die am meisten charakteristische Eigenschaft der mit Röhrlicht bewachsenen Gebiete ist, daß das Wasser überaus seicht ist. Die Tiefe desselben ändert sich von einigen cm, bis höchstens 40 cm. Die Wasserfarbe ist rostbraun und das Wasser selbst ist durchsichtig. Die Durchsichtigkeit konnte eben wegen der geringen Tiefe mit einer SECCHI-Scheibe nicht gemessen werden.

Die *Tabelle 2* zeigt, daß das pH im Röhrlichts-innern niedriger ist, als im offenen Wasser; Karbonat ist darin nicht enthalten, dafür erscheint darin freie Kohlensäure. Die Menge des darin gelösten Sauerstoffes ist niedrig, was darauf hinweist, daß die Dissimilationstätigkeit beträchtlich ist; er erscheint dies auch als natürlich, da wir hier an der Stelle der Desintegration der durch das Röhrlicht in den See gelangten absterbenden Pflanzenteile stehen.

Im Gegensatz zu den Analysen des offenen Wassers, wo die Beschaffenheit des Wassers in der Richtung West—Ost sich einhellig ändert, konnten

wir, im Röhrichtsinnern obgleich sich die Stellen der Probenentnahme in ähnlicher Weise aufeinander folgten, einen derartigen der Richtung nach sich ergebenden Wechsel nicht feststellen. Einen ebensolchen negativen Erfolg hatten wir mit jenem Versuche zu verzeichnen, um zwischen dem offenen Wasser und dem Lande, den Verhältnissen im Balaton ähnliche und für die Röhrichtstypen kennzeichnende Veränderung nach einer Richtung hin festzulegen. Der entscheidendste Unterschied gegenüber dem Balaton zeigt sich

Tabelle 2 — 2. táblázat

Daten der chemischen Analyse der röhrichtsbedeckten Teile des Neusiedler-Sees  
Kémiai analízisek a Fertő-tó nádborítottá területeiről

	8	9	10	11	12	13	14	15
	Halászsárdia-Bucht Halászsárdia-öböl (12. VII. 1960.)	Mitte des Bischofs-Kanals Püspök-csatorna közepé (12. VII. 1960.)	Herrenlacken und Mündung des Haas-Grabens Herrenlacke és Nyúlárók torkolata (12. VII. 1960.)	Haas-Graben - Nyúlárók (12. VII. 1960.)	Hídcséger Seite, Parzelle 6 Hídcséger-oldal 6. parc. (13. VII. 1960.)	Hauptkanal von Fertőboz bei der Versuchspartizelle der Rohrwirtschafts Ge- sellschafts Fertőbozi Pö- csatorna (12. VII. 1960.)	Nordende des geraden Grabens von Homok H-1 csatorna fő-í vége (16. VII. 1960.)	Gerader Graben von Homok beim Rüll-Kanal Homoki egyenes árok, Rüll-csatornánál
pH	8,2	8,4	8,0	7,7	7,9	8,3	7,9	8,0
El <sub>18</sub>	2277,0	2045,0	6996,0	2005,0	2593,0	2075,0	2680,0	2680,0
Abd. Rückst. mg/l	1902	1679	1602	1660	2222	1889	1773	2218
Szárazmaradék								
O <sub>2</sub> mg/l	4,6	3,0	1,2	2,6	Spuren	1,8	1,5	7,4
Ca <sup>++</sup> mg/l	33,7	38,8	28,9	36,0	42,5	66,5	30,9	22,0
Mg <sup>++</sup> mg/l	128,1	119,0	110,0	112,8	154,2	119,8	154,7	130,1
Na <sup>+</sup> mg/l	392	340	406	383	572	373	448	394
K <sup>+</sup> mg/l	47	26	20	18	25	21	46	34
CO <sub>2</sub> mg/l	Spuren	0	0,9	6,2	5,8	Spuren	4,3	1,2
CO <sub>3</sub> <sup>---</sup> mg/l		Spuren	0	0	0	0	0	0
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> mg/l	776,8	843,7	954,0	881,9	1135,7	915,1	1183,1	944,4
SO <sub>4</sub> <sup>---</sup> mg/l	469,0	415,0	304,5	418,9	553,6	463,5	528,8	458,0
Cl <sup>-</sup> mg/l	234	213	210	215	376	194	268	256
SBV m val	12,7	13,8	15,6	14,5	18,6	15,0	19,4	16,5
W. -Temp. C°	19,8	19,1	18,4	18,6	18,8	19,0	18,0	25,0
Vizhőfok								

darin daß hier im Neusiedlersee Natrium das vorherrschende Kation ist, dessen Karbonate sich in Wasser leicht lösen und also das in den dortigen Röhrichten vorkommende gelöste Kohlensäure bloß das Karbonat-Hydrokarbonat Gleichgewicht verschiebt.

Im seichten und launenhaft schwankenden Wasser der Röhrichte des Neusiedlersees können sich ausgesprochene chemische Zonen kaum bilden. Es lohnt sich auch, sich mit der Bewegung des Wassers zu beschäftigen, welche gering und langsam vor sich geht. Über Wirkung eines lange anhaltenden und heftigen Nordwindes dringt das Wasser allmählich in die Röhrichte ein, während ein aus der entgegengesetzten Richtung kommender Südwind das Wasser aus den Röhrichten wieder dem Wasserspiegel des Sees zutreibt.

Diese Windtätigkeit verwischt einerseits die zwischen den Röhrichtszonen etwa bestehenden Unterschiede und fördert andererseits den Austausch des offenen und des Röhrichtswassers.

Der Karbonatmangel der Probe Nr. 3. der *Tabelle 1* sowie dessen große Leitungsfähigkeit und Hydrokarbonat-Ionen Konzentration zeigt deutlich das Eindringen des Röhrichtswassers in das offene Seewasser. Auch der Unterschied zwischen den Proben Nr. 6. und 7. findet ebenfalls seine Erklärung; die im mittleren Teile des Herrenlacken entnommene Probe Nr. 6. wieder spiegelt in ihren Eigenschaften jene des offenen Wassers, während die zu den Röhrichten näher gelegene Probe Nr. 7. die große Leitungsfähigkeit, Hydrokarbonat-Ionen Konzentration sowie die Abnahme des Sauerstoffgehaltes die entscheidende Wirkung des Röhrichtswassers zeigt.

### Beschreibung der im Neusiedlersee beobachteten Röhrichtstypen

Der größte Teil der im Laufe unserer Studien beobachteten Röhrichtstypen läßt sich recht gut mit den aus der Literatur bekannten Benennungen identifizieren und nur der, durch eine Massenvegetation von *Utricularia vulgaris* gekennzeichnete, sehr verbreitete Typus war neu. Als Grundlage unserer Aufzählung diente uns die äußerst wertvolle Zusammenfassung von R. Soó (1957, 323—337).

#### *Phragmition communis* KOCH 1926

#### 1. Scirpeto-Phragmitetum KOCH 1926.

- a) **phragmitetosum** (KOCH 1926.) Soó 1957.
- b) **schoenoplectetosum** (KOCH 1926.) Soó 1957.
- c) **schoenoplectetosum litoralis** Soó 1957.
- d) **typhetosum** (KOCH 1926.) Soó 1947.
- e) **utriculariosum.**
- f) **magnocaricosum** TÓTH 1960.

#### a) Scirpeto-Phragmitetum phragmitetosum (KOCH 1926.) Soó 1957.

Dieser Röhrichtstyp kommt im ungarischen Abschnitt des Neusiedlersees in zweifacher Erscheinung vor.

Einmal im offenen Wasser des Sees, dieser Typ von den zusammenhängenden großen Röhrichtsbeständen getrennte Bestände in 80 cm tiefem Wasser bildet. Außer Rohr befinden sich darin bloß wenige Exemplare von *Myriophyllum*.

Die andere Erscheinungsart von **Sc.-Ph. phragmitetosum** ist in der Randzone der geschlossenen Röhrichte anzutreffen. Der äußere, dem offenen Wasser zugewendete Rand derselben steht stets unter Wasser, während die dem Lande zugewendeten Teile zufolge der großen Schwankungen des Wasserstandes im Juli und August aufs Trockene gelangen. Das Maß der Überflutung hängt mit dem Wasserumlauf des ganzen Sees zusammen, die bereits erwähnte Wirkung des Kanalnetzes hat in diesem Falle keinen Einfluß darauf.

Es ist dies eine dichte, geschlossene Zone mit kraftvollem Rohrwuchs. Sie liefert die wirtschaftlich beste und größte Rohrmenge des Sees. In ihrer botanischen Zusammensetzung stimmt sie mit den aus der Literatur bisher bekannten Gemeinschaften (KOCH 1926, 49; HORVATIČ 1931, 94; TÓTH 1960, 219) überein. Die Anzahl der Begleitpflanzen ist gering, die Pflanzen des sumpfigen Rasenniveaus kommen äußerst selten, bloß vereinzelt selbst in den, im Sommer trockenen Teilen des Typs darin vor. Der Konstanzwert der Begleitpflanzen ist nie größer als 1.

Die Zusammensetzung des Typus auf Grund von 150 Aufnahmen:

a) **Scirpeto-Phragmitetum phragmitetosum**

*Phragmites communis* A—D: 5, K : 5 (im Falle der übrigen Arten : A—D : 1, K : 1), *Sium latifolium*, *Calystegia sepium*, *Lycopus europaeus*, *Solanum dulcamara*, *Plantago major*, *Cirsium brachycephalum*, *Rumex hydro-lapathum*, *Potamogeton pectinatus*, *Schoenoplectus lacustris*, *Bolboschoenus maritimus*, *Agrostis alba*, *Typha angustifolia*.

b) **Scirpeto-Phragmitetum schoenoplectetosum** (KOCH 1926, Soó 1957).

c) **Scirpeto-Phragmitetum schoenoplectetosum litoralis** (Soó 1928, Soó 1957).

Die Bedeutung der Binsenbestände ist auf den von uns untersuchten Gebietsteilen äußerst gering. Es befinden sich keine größeren zusammenhängenden Bestände. Ihr Vorkommen ist eher in den mit dem offenen Wasser benachbarten röhrichtbewachsenen Buchten häufig und zwar in runden Flecken von etwa 5—10 m Durchmesser, manchmal im äußeren Rande des Röhrichtes, mit Rohr vermischt (SAUER 1937, 530; TÓTH 1960, 222—223), dann wieder am Rande von kleineren, von Röhricht eingeschlossenen Wasser-spiegeln.

Einige interessante etwa 10—15, Durchmesser betragenden Bestände von *Schoenoplectus litoralis* trafen wir in einem geschützten Röhrichtsvorsprung der Hegykő-er Bucht an, unmittelbar vor der Röhrichtswand, in 68 cm tiefem Wasser.

Ihre Umweltsverhältnisse und Erscheinungsformen stimmten vollkommen mit jenen der *S. lacustris* Bestände überein. In beiden Subassoziationen gedeiht rein die namengebende Art, nur wenig Laichkraut (*Myriophyllum spicatum*, *Potamogeton pectinatus*) ist unter ihnen zu finden. Deshalb können wir auch von der Mitteilung der von ihnen gemachten Aufnahmen absehen.

Die Entdeckung dieses, bisher in unserer Heimat bloß aus der Umgebung von Héviz bekannten subtropisch-mediterranen Floraelements, dieser aus der Tertiärzeit zurückgebliebenen Art, bereichert das Bild des Neusiedlersees mit einem weiteren Farbenstrich und weist auf die Wichtigkeit der Durchforschung des Sees.

d) **Scirpeto-Phragmitetum typhetosum** (KOCH 1926) Soó 1947.

Den Binsenbeständen ähnlich sind auch die Bestände von schmall-blättrigen Schilf nicht von besonderer Bedeutung. Zwar hörten wir, daß es auch solche Perioden des Sees gegeben haben soll, in denen die Schilfbestände wirtschaftlich bedeutend waren.

Die von uns untersuchten Schilfbestände fanden sich entweder vor den an das offene Wasser reichenden Röhrichtswänden oder auf den von Röhricht umgebenen Lichtungen in schmalen und schütterten Streifen, in Gesellschaft einiger Exemplare von *Myriophyllum spicatum*. Diese Bestände vermengen sich manchmal mit der äußeren Zone des Röhrichtes. Gänzlich verschieden zeigen sie sich in den ufernahem pflützenartigen oder von Wasser nicht bedeckten Teilen, wo sie mit Rohr und sonstigen Pflanzen vermischt anzutreffen sind.

Wegen ihres vereinzelt Vorkommen ist ihre praktische Bedeutung recht gering. Ungünstig zeigt sich auch der Umstand, daß diese Pflanzen in jedem Jahr Blüten treiben, da die Mattenflechter blühendes Schilf nicht ver-



wenden können. Ihre Nutzbarmachung wird auch dadurch erschwert, daß ihre Bestände mit Rohr und anderen Pflanzen gemischt vorkommen.

Wir erwähnen diese Schilfbestände in der *Tabelle 3* auf Grund unserer Aufnahmen. Mehrere Aufnahmen zu machen war infolge ihrer Ähnlichkeit nicht begründet.

*Tabelle 3 — 3. táblázat*  
Scirpeto-Phragmitetum typhetosum (KOCH 1926). Soó 1947.

Probenummer — Felvétel száma:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Wassertiefe — Vizmélység:	80	80	80	40	50	—	—	—	—	—	—	70	—	—
Chara sp. ....	—	—	—	—	—	2	1	1	1	—	—	—	—	—
Myriophyllum spicatum ....	1	1	1	—	—	—	—	—	—	—	—	1	1	1
Bolboschoenus maritimus ....	—	—	—	—	—	1	1	1	1	1	1	—	—	—
Phragmites communis ....	—	—	—	—	—	1	1	1	1	2	2	2	2	2
Typha angustifolia ....	5	5	5	5	5	5	5	5	5	3	3	4	3	4

1—3. 1960. júl. 11. Fertőrákos; 4—5. 1960. júl. 14. Fertőboz; 6—14. 1960. szept. 15. Halászesárdai öböl.

#### e) Scirpeto-Phragmitetum utriculariosum

Der am meisten charakteristische Röhrichtstyp des Neusiedlersees kann mit der Massenvegetation von *Utricularia vulgaris* gekennzeichnet werden.

Dieser Röhrichtstyp nimmt seinen Platz in der, eingangs erwähnten mittleren Zone und zwar in jenem Teil, wo sich die Wirkung des offenen Wassers nicht mehr geltend macht und auch die Schwankung des Wasserstandes nicht mehr unmittelbar einwirkt, da die Uferlinien des Kanalnetzes diese Röhrichtsfelder rings umgeben und in Zeiten niedrigen Wasserstandes des Sees (Juli—August) das Wasser nur allmählich zurückweichen lassen. Diese Röhrichte tragen einen sumpfigen, pfützenmäßigen Charakter, sie sind vom Wellenschlag vollkommen geschützt, welcher Umstand vom Standpunkte der Massenvegetation von *Utricularia* bzw. deren Entwicklung wichtig ist. Die schönsten Bestände von *Utricularia* stehen an den, von Röhricht umgebenen mit kleineren offenen Wasserspiegeln in Verbindung stehenden Teilen. In diesen Flecken verbleibt das Wasser den ganzen Sommer über stehen, was eine entscheidende Bedingung zum Gedeihen und Fortbestehen von *Utricularia* bildet.

Auf Grund unserer zöologischen Aufnahmen können wir feststellen, daß in einem *Utricularia*-Röhricht das Rohr dominiert. Außer *Utricularia* ist die Anzahl der Begleitpflanzen gering und ihre A—D Werte betragen niemals mehr, als 2. In einem großen Teil der Aufnahmen kommen auch außer *Utricularia* keine andere Begleitpflanzen vor. Wir finden die schönsten, zusammenhängenden Bestände in Röhrichten, die das ganze Jahr hindurch von Wasser bedeckt sind. In Röhrichten, welche beim allmählichen Austrocknen pfützenartig werden, kann man das Zugrundegehen von *Utricularia* beobachten, die in einigen Tagen nach Entweichen des Wassers abstirbt und nur in Spuren aufzufinden ist.

Tabelle 4 —

## Scirpeto-Phragmitetum

Probenummer — Felvétel száma	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Wassertiefe — Vízmélység cm	10	10	10	10	—	—	—	—	—
<i>Chara</i> sp. ....	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Drepanocladus aduncus</i> var. <i>kneiffii</i> .....	—	—	—	—	3	2	3—4	4	3—4
<i>Calystegia sepium</i> .....	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Lycopus europaeus</i> .....	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Utricularia vulgaris</i> .....	3—4*	3—4*	3—4*	2*	1—2	1	1	1	1
<i>Atriplex</i> sp. ....	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Rumex hydrolapathum</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Potamogeton pectinatus</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Bolboschoenus maritimus</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Phragmites communis</i>	5	5	5	5	5	5	5	5	5
<i>Agrostis alba</i> .....	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Lemna trisulca</i> .....	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Typha angustifolia</i> .....	—	—	—	—	—	—	—	—	—

1—9. 1960. júl. 12. Püspök-sziget; 10—14. 1960. júl. 14. Fertőboz; 15—16. 1960. júl. 15.

Tabelle 5 —

## Scirpeto-Phragmitetum

Probenummer — Felvétel száma	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<i>Myriophyllum spicatum</i> ...	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Althaea officinalis</i> .....	—	2	1	—	—	—	1	—	—	—
<i>Centaurium uliginosum</i> ....	—	—	—	—	—	—	—	—	3	—
<i>Calystegia sepium</i> .....	—	1	1	—	—	—	—	1	—	—
<i>Symphytum officinale</i> .....	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Scutellaria galericulata</i> ....	—	1	1	—	—	—	—	—	—	—
<i>Stachys palustris</i> .....	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—
<i>Lycopus europaeus</i> .....	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Mentha aquatica</i> .....	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—
<i>Eupatorium cannabinum</i> ..	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Aster pannonicus</i> .....	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—
<i>Cirsium brachycephalum</i> ...	—	1	—	—	—	—	—	—	—	2
<i>Rumex hydrolapathum</i> ....	2	2	1	—	—	—	—	—	—	—
<i>Poligonum amphybium</i> ....	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Alisma plantago-aquatica</i> ..	—	—	3	—	—	—	—	1—2	2	—
<i>Schoenoplectus lacustris</i> ...	—	1	1	—	—	—	2	2	2	2
<i>Bolboschoenus maritimus</i> ..	—	—	—	—	—	—	1	1	1	1
<i>Eleocharis palustris</i> .....	2	—	1	—	—	—	—	—	—	—
<i>Carex elata</i> .....	2	1	2	1	1	1	2	2	2	2
<i>C. riparia</i> .....	1	2	2	—	—	—	1	1	—	1
<i>Phragmites communis</i> .....	5	3	5	5	5	5	3	3	3	2—3
<i>Agrostis alba</i> .....	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Typha angustifolia</i> .....	—	3	1	—	—	—	1	—	—	—

## 4. táblázat

utriculariosum

10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	A-D	K <sup>180</sup>	
48	48	48	48	48	20	20	5	5	5	5	5	—	15	15	5	5	5	5	5	5	—	—	
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1-4	1
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	2	3	3	1	1	3	4	2	2	—	1-4	3
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	1
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	1
2	2	3	3	2	2	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1-4	4
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1-2	1
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1-2	1
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	1
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	1
5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	—	5	5
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1-3	1
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	1	1	1	—	—	—	—	—	—	—	1	1
—	—	—	—	—	1	1	1	1	1	1	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	1-2	1

Hidegség; 17–20. 1960. aug. 16. Homok; 20–30. 1960. júl. 14. Fertőboz.

## 5. táblázat

magnocaricosum Tóth 1960

11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	A-D	K <sup>21</sup>
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	1
—	—	1	1	1	1	—	—	—	—	—	—	—	—	1	2
—	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2-3	1
—	—	1	1	1	1	—	—	—	—	—	—	—	—	1	2
—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	1	1
1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	1
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	1
1	—	3	3	3	3	—	—	—	—	—	—	—	—	1-3	2
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	1
—	—	—	—	—	—	1	—	1	1	1	—	—	—	1	1
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	1
—	—	1-2	1-2	1-2	1-2	—	—	—	—	—	—	—	—	1-2	2
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1-2	1
—	3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3	1
1	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1-3	2
1	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1-2	2
1	1	—	—	—	—	1	1	1	1	1	—	—	—	1	3
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1-2	1
2	1	2	2	2	2	1	2	2	2	2	2	1	2	1-2	5
1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	—	1	1	—	1-2	5
2-3	4	4	4	4	4	5	4	4	5	4	—	5	5	2-5	5
—	—	2	1	2	1	2	2	2	2	2	—	—	—	1-2	3
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1-3	1

In unserer *Tabelle 4* bringen wir die charakteristischen Aufnahmen dieses Typs. Da bei der großen Anzahl unserer Aufnahmen eine Anführung sämtlicher Aufnahmen schwierig wäre, führen wir zu Ende der Tabelle die, auf Grund sämtlicher Aufnahmen errechneten A—D Konstanz-Werte an.

Wir wollen einen charakteristischen Aspekt der *Utricularia*-Röhrichte besonders hervorheben, welcher durch *Drepanocladus aduncus* var. *kneiffii* durch seine Massenvegetation gekennzeichnet ist. Wenn das Wasser unter dem Röhricht verschwunden und *Utricularia* zugrundegegangen ist, vermehrt sich an ihrer Stelle *Drepanocladus*, und zwar häufig in einem derartig hohen Grade, daß es den Anschein hat, als ob der Boden des Röhrichtes ganz mit Gras bedeckt wäre. In vielen Fällen kann man *Utricularia* mit *Drepanocladus* zusammen antreffen und zwar dann, wenn das Wasser zu entweichen beginnt und die einzelnen, höher gelegenen Teile oder Gemengselanhäufungen vom Wasser nicht mehr bedeckt sind, wenn dann an solchen lichtereren Teilen die Massenvegetation von Moos allsogleich erscheint.

Nach unseren Beobachtungen ist die Vermehrung der Moose eine Funktion der Zeitdauer; vom Gesichtspunkt der Mengenverhältnisse ist der Umstand ausschlaggebend, seit wieviel Tagen vor der Aufnahme der untersuchte Röhrichtsteil ohne Wasser gestanden war. Selten kann man auch beobachten, daß an einzelnen, höher gelegenen Teilen, welche leichter austrocknen, das Moos seine optimalen Lebensbedingungen nicht mehr antrifft und zu vertrocknen beginnt.

Der Aspekt der von *Drepanocladus* bewachsenen Teile zeigt auch in ihrer botanischen Zusammensetzung keine besonderen Abweichungen; man trifft höchstens *Calystegia*, *Atriplex* (diese mehr längs der Dammränder), *Lycopus* und *Agrostis alba* halmenweise an. Das sumpfige Rasenniveau vermag selbst im Zustand der Wasserlosigkeit sich nicht mit einer abweichungsreicheren und größeren Artenzahl schmücken, da auch diese Röhrichtsteile einen dichten Bestand bilden und also stark beschattende Wirkung ausüben.

Dieser Röhrichtstyp liefert im allgemeinen mittelwertigen Ertrag, doch befinden sich an Stellen mit günstigen Wasserstand auch reichlich Bestände, die einen erstklassigen Ertrag abwerfen.

#### f) **Scirpeto-Phragmitetum magnocaricosum** TÓTH 1960.

In ähnlicher Weise, wie beim Balaton kann man auch bei den Röhrichten des Neusiedlersees vor den Magnocaricetum auch eine mit Ried gemischte Röhrichtszone abgrenzen (TÓTH 1960).

In dieser, dem Festland am nächsten stehenden Rohr-zone befinden sich die für das Röhricht kennzeichnenden Sumpf- und Uferpflanzen. Von den Begleitpflanzen meldet sich bloß *Carex* mit einem größeren A—D und natürlich auch mit bedeutenderen Konstanz-Werten.

Der am meisten charakteristische Zug für die Umwelt dieses Röhrichtstyps ist es, daß er bloß zu Frühjahrsbeginn unter Wasser steht, später befinden sich nur astatische Pflützen, mit vielem organischen Gemengsel am Grunde.

Der Typ stimmt in allen seinen Beziehungen mit den im Balaton beschriebenen Gemeinschaften überein. Der Rohrbestand dieser Zone bleibt hinsichtlich der Qualität, — ähnlich, wie dies auch im Balaton der Fall ist, — weit hinter den übrigen Typen des Röhrichtes zurück.

Unsere Aufnahmen legen wir in der *Tabelle 5* vor.

### Zusammenfassung

Wir haben die Klärung der Rolle der Wasservegetation höherer Ordnung mit dem Studium der Röhrichte des Balaton begonnen. Im Jahre 1960 haben wir uns eine ähnliche Untersuchung des Neusiedlersees zum Ziel gesetzt, einerseits, weil eine botanische Analyse dieser Gebiete noch ausständig war und andererseits, um ein vergleichendes Bild über die botanischen Verhältnisse des Balaton und des Neusiedlersees zu gewinnen.

Im Laufe unserer an Ort und Stelle durchgeführten Untersuchungen konnte festgestellt werden, daß das am meisten ins Auge fallende Kennzeichen des Neusiedlersees mit der Rohrwirtschaft zusammenhängt. Die regelrecht ausgebildeten Kahnwege und ein Netz von Kanälen, sowie eine systematische von Jahr zu Jahr durchgeführte Mahd des Rohres üben in beträchtlicher Weise ihre Wirkung auf diese weitausgedehnten Röhrichtsbestände aus.

Aus unseren hydrochemischen Untersuchungen erhellt, daß sich die Beschaffenheit des Wassers in west-östlicher Richtung eindeutig verändert. Das pH und der Karbonat-Gehalt wächst an und die Calcium-Konzentration fällt zurück. Im Wasser der Röhrichte konnten wir, — da sich die Stellen der Probenentnahme in ähnlicher Weise aufeinander folgten, — eine Veränderung in dieser Richtung nicht wahrnehmen. Einen negativen Erfolg hatten wir mit unserem Versuch zu verzeichnen, um zwischen dem offenen Wasser und dem Festlande, den Verhältnissen im Balaton ähnliche und für die Röhrichtstypen kennzeichnende Veränderungen nach einer Richtung hin festzulegen. Im seichten und launenhaft schwankenden Wasser der Röhrichte des ungarischen Abschnittes des Neusiedlersees können sich ausgesprochene chemische Zonen kaum bilden.

Wir konnten beobachten, daß über Wirkung des Südwindes, wenn das Wasser aus den Röhrichten gegen den offenen Wasserspiegel strömt, es die Unterschiede zwischen den Röhrichts-Zonen verwischt und den Austausch der Wassermassen des offenen Wasserspiegels und des Röhrichtwassers fördert.

Der größte Teil der im Laufe unserer Studien festgestellten botanischen Typen läßt sich recht gut mit den aus der Literatur bekannten Benennungen identifizieren (*Scirpeto-Phragmitetum phragmitetosum*, *Sc.-Ph. schoenoplectetosum*, *Sc.-Ph. schoenoplectetosum litoralis*, *Sc.-Ph. typhetosum*, *Sc.-Ph. magnocaricosum*) und bloß der sehr verbreitete, mit der Massenverbreitung von *Utricularia vulgaris* zu kennzeichnenden Typ (*Sc.-Ph. utriculariosum*) erwies sich als neu. Die Röhrichte von *Utricularia* haben sumpfigen, lacken- und astatischen Charakter. Vom Wellenschlag sind sie vollkommen geschützt.

Im größten Teil unserer Aufnahmen befanden sich nebst *Utricularia* keine sonstigen Begleitpflanzen. Sehr interessant und kennzeichnend ist der Anblick der mit *Utricularia* bewachsenen und mit einer Massenvegetation von *Drepanocladus aduncus* var. *kneiffii* charakterisierten Röhrichte, welchen wir zu der Zeit begegnen, wenn das Wasser unter den Röhricht bereits verschwunden ist. *Utricularia* geht dann zugrunde und an ihrer Stelle macht sich *Drepanocladus* breit.

Die Entdeckung der etwa 10—15 m Durchmesser betragenden Bestände von *Schoenoplectus litoralis* dieses subtropischmediterranen Floraelementen bereichert das Bild des Neusiedlersees mit einem weiteren Farbenstrich und weist auf die Wichtigkeit der Durchforschung der Sees hin.

Zum Schluß wollen wir dem Abteilungsleiter Herrn Dr. L. FELFÖLDY unseren verbindlichsten Dank aussprechen, dem wir die im Laufe unserer Arbeiten uns geleistete weitgehendste fachliche Hilfe verdanken. Desgleichen danken wir auch sämtlichen Werk tätigen und Leitern der Rohrwirtschafts-Unternehmung des Neusiedlersees, — namentlich den Herren L. STAÁR und D. BOGNÁR, — ohne deren tätige Mithilfe wir diese Arbeit nicht hätten durchführen können. Herrn Dr. T. Pócs schulden wir unseren besten Dank für die Bestimmung von *Schoenoplectus litoralis*.

## LITERATUR

- ERDEY L. (1951): Bevezetés a kémiai analízisbe. II. — Tankönyvkiadó. Budapest. 1—276.
- GEYER, F. und MANN, H. (1939): Limnologische und Fischereibiologische Untersuchungen am ungarischen Teil des Fertő. — Limnológiai és halászatbiológiai vizsgálatok a Fertő magyarországi részén. — *Arb. Ung. Biol. Forsch. Inst.* **11**, 64—182.
- HORVATIĆ, S. (1931): Die verneiterten Pflanzengesellschaften der Wasser- und Ufervegetation in Kroatien und Slavonien. — *Acta Bot. Inst. Bot. Univ. Zagreb.* **5**, 57—118.
- KÁROLYI Z. (1955): A Hanság és a Fertő-tó rendezési kérdéseinek fejlődése. — *Vízügyi Közl.* **3—4**, 291—333.
- KNIE, K. (1958): Über den Chemismus des Wassers im Seewinkel der Salzlackensteppe Österreichs. — *Vom Wasser* **25**, 117—126.
- KOCH, W. (1926): Die Vegetationseinheiten der Linthebene. — *Jb. St. Gall. Naturwiss. Ges.* **61**, 1—114.
- KÖRÖS E. (1953): Kalcium és magnézium egymás melletti meghatározása dinatrium-dihydrogen-etilendiamin-tetraacetáttal. — *Magyar Kémiai Polyóirat* **59**, 137—139.
- MAUCHA, R. (1945): Hydrochemische Halbmikro-Feldmethoden. — *Arch. f. Hydrobiol.* **41**, 352—391.
- SAUER, F. (1937): Die Makrophytenvegetation ostholsteiner Seen und Teiche. — *Arch. f. Hydrobiol.* **54**, 303—339.
- SCHUSZTER F. (1947): A Fertő-tó vízháztartása. — *Hidológiai Közöny* **1—4**, 20—25.
- Soó, R. (1957): Systematische Übersicht der pannonischen Pflanzengesellschaften I. — *Acta Bot. Acad. Sci. Hung.* **3**, 317—373.
- TÓTH L. (1960): A Fontinalis antipyretica L. cenológiai szerepe a Balaton nádasában. — The phytosociological role of Fontinalis antipyretica L. in the Phragmiteta of the Lake Balaton. — (Hung. with Russ. and Engl. Summary.) *Hidológiai Közöny* **2**, 164—166.
- TÓTH, L. (1960): Phytozonologische Untersuchungen über die Röhrichte des Balaton-Sees. — *Annal. Biol. Tihany* **27**, 209—242.
- TÓTH L., FELFÖLDY L. és SZABÓ E. (1961): A balatoni nádasprodukción mérésének néhány problémájáról. — On some problems of production measurements in Phragmiteta in Lake Balaton. (Hung. with Russ. and Engl. Summary.) *Annal. Biol. Tihany* **28**, 169—178.
- VARGA, L. (1928): Allgemeine limnobiologische Charakteristik des Fertő (Neusiedlersee). — *Internationale Revue d. ges. Hydrobiol. u. Hydrogr.* **19**, 289—294.
- VARGA L. (1930): A fertői és hansági kirándulás. — Ausflug zum Fertő-See und in die Hanság. — *Köcsag* **3**, 61—64.
- VARGA L. (1931): A hínár (*Potamogeton pectinatus* L.) érdekes alakulatai a Fertőben. — Interessante Formationen von *Potamogeton pectinatus* L. im Fertő (Neusiedlersee). — *Arb. Ung. Biol. Forsch. Inst.* **4**, 342—349.
- VARGA L. (1932): Adatok a Fertő-tó fizikai és kémiai viszonyainak évi változásaihoz. — Die physikalisch-chemischen Verhältnisse des Fertő (Neusiedlersees). (Deutsche Zusammenfassung). — *Hidológiai Közöny* **11**, 21—42.
- VARGA, L. und MIKA, F. (1937): Die jüngsten Katastrophen des Neusiedlersees und ihre Einwirkungen auf den Fischbestand des Sees. — *Arch. f. Hydrobiol.* **31**, 527—546.
- WOYNÁROVICH E. (1941): Néhány magyarországi víz kémiai sajátosságairól. — Untersuchungen über die chemischen Eigenschaften einiger ungarischer Gewässer. — *Arb. Ung. Biol. Forsch. Inst.* **13**, 302—315.

## CENOLÓGIAI ÉS EKOLÓGIAI TANULMÁNYOK A FERTŐ-TÓ NÁDASAIBAN

Tóth László és Szabó Ernő

## Összefoglalás

A magasabbrendű vízi vegetáció szerepének tisztázását a balatoni nádasok tanulmányozásával kezdtük. 1960-ban a Fertő hasonló értelmű vizsgálatát tűztük ki célul, egyrészt mert ezeknek a területeknek a botanikai analízise még hiányzott, másrészt hogy összehasonlító képet nyerjünk a Balaton és a Fertő botanikai viszonyairól.

Helyszíni vizsgálataink során megállapítható volt, hogy a Fertő legszembe-tűnőbb jellegzetessége a nádgazdálkodással függ össze. A szabályszerűen kialakított csónakutak és csatornák hálózata, valamint a nád évről évre történő rendszeres levágása nagy hatással van e nagy kiterjedésű nádasállományokra.

Vízkeimiai vizsgálatainkból kitűnt, hogy a nyíltvíz minősége Ny—K-i irányban egyértelműen változott. A pH és  $\text{CO}_3^-$  tartalom növekedik, a Ca koncentráció csökken. A nádasok vizében — annak ellenére, hogy a mintavételi helyek hasonló sorrendben következnek — ilyen irányú változást nem figyeltünk meg.

Az a kísérletünk, hogy a balatoni viszonyokhoz hasonlóan a nyíltvíz és a száraz-föld között egyirányú, a nádas típusokra jellemző változást rögzítsünk, negatív eredményre végződött. A Fertő-tavi nádasok sekély és szeszélyesen ingadozó vizében határozott kémiai zónáció alig alakulhat ki.

Tapasztaltuk, hogy déli szél nyomán, amikor a nádasokból a tó tükre felé áramlik a víz, elmossa a nádas-zónák közötti különbségeket és elősegíti a nyíltvízi és nádas-alji víztömegek kicserélődését.

A tanulmányaink során megállapított botanikai típusok legnagyobb része jól azonosítható az irodalomból ismert elnevezésekkel (*Sc.-Ph. phragmitetosum*, *Sc.-Ph. schoenoplectetosum*, *Sc.-Ph. schoenoplectetosum litoralis*, *Sc.-Ph. typhetosum*, *Sc.-Ph. magnocaricosum*), csupán az *Utricularia vulgaris* nagy tömegvegetációjával jellemezhető (*Sc.-Ph. utriculariosum*) igen elterjedt típus bizonyult újnak. Az *Utricularia*-s nádasok mocsaras, tocsogós, pangóvíz jellegűek. A hullámozástól a legteljesebben védettek.

Felvételeink nagy részében az *Utricularia* mellett más kísérő növény nines. Igen érdekes és jellegzetes az *Utricularia*-s nádasnak a *Drepanocladus aduncus* var. *kneiffii* tömegvegetációjával jellemezhető aspektusa, mellyel akkor találkozunk, ha a nádas alól a víz eltűnt. Ilyenkor az *Utricularia* elpusztul és helyén a *Drepanocladus* szaporodik el.

A *Schoenoplectus litoralis* 10—15 m átmérőjű állományainak a felfedezése újabb vonással gazdagította a Fertő képét és rámutat kutatásának fontosságára.

## ЦЕНОЛОГИЧЕСКИЕ И ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ В ТРОСТНИКАХ ОЗЕРА ФЕРТЭ

Л. Том и Э. Садо

## Резюме

Выяснение роли водной растительности высшего порядка было начато нами изучением тростников озера Балатон. В 1960 году мы ставили себе целью такого же рода исследование озера Фертэ, т. к. ботанического анализа этих территорий до сих пор еще не имелось; кроме того, нам хотелось получить сравнительную картину ботанических условий озер Балатон и Фертэ.

Полевыми исследованиями установлено, что самая заметная особенность озера Фертэ связанная с тростниковым хозяйством. Сеть планомерно оформленных лодочных путей и каналов и ежегодное систематичное вырезывания тростника сильно действуют на обширные тростниковые составы.

Химические анализы воды показали, что качество открытой воды в западно-восточном направлении изменялось однозначающим образом. Величина pH и содержание  $\text{CO}_3$  увеличиваются, а концентрация Ca уменьшается. В воде тростников — несмотря на подобную очередность мест взятий проб — такого рода изменения не наблюдалось.

Опыты установления характерного для тростниковых типов изменения между открытой водой и берегом (как в условиях озера Балатон) кончились отрицательным результатом. В неглубокой и своеобразно колеблющейся воде озера Фертэ определенная химическая зональность вряд ли может образоваться.

Мы видели, что под влиянием южного ветра, когда вода из тростников течет в направление зеркала озера, она смывает разницы между тростниковыми зонами и способствует обмену водных масс открытой воды и тростников.

Большинство установленных в ходе этой работе ботанических типов совпадает с известными из литературы названиями (Sc.—Ph. phragmitetosum, Sc.—Ph. schoenoplectetosum, Sc.—Ph. schoenoplectetosum, litoralis, Sc.—Ph. tyuphetosum, Sc.—Ph. magnocaricosum) Новым типом оказался только характерный для массовой растительности *Utricularia vulgaris* очень распространенный тип Sc.—Ph. utriculariosum Тростники типа *Utricularia* носят болотистый, лужистый, застойный характер; они совершенно защищены от движения волны.

В большинстве наших съмоков, наряду с *Utricularia*, другого сопутствующего растения не имеется. Интересным и характерными является аспект тростника типа *Utricularia*, отличающийся массовой вегетацией *Drepanocladus aduncus* var. *kneiffii*, который наблюдается в случаях, когда из-под тростника вода исчезла. Тогда *Utricularia* вымирает и на его месте размножается *Drepanocladus*.

Открытие составов *Schoenoplectus litoralis* диаметра в 10—15 м обогащает ботаническую картину озера Фертэ новой чертой и указывает на важность его изучения.



## A BALATONI NÁDAS-PRODUKCIÓ MÉRÉSÉNEK NÉHÁNY PROBLÉMÁJÁRÓL

TÓTH LÁSZLÓ, FELFÖLDY LAJOS és SZABÓ ERNŐ

Érkezett: 1960 március 14.

A Balaton partján, különösen az északi part mentén élő nádasok növény-  
cenológiai vizsgálata felfedte a nádasállományok heterogenitását (TÓTH 1960,  
1960a). Ennek oka nemcsak a parttal párhuzamos, közismert zonáció jelen-  
ségében keresendő, ami elsősorban a vízmélység: a feltöltődés, tehát a nádas-  
állomány „filogenezis”-ének függvénye, hanem igen gyakran más, eléggé  
még nem ismert okokra vezethető vissza, melyek azonális mozaikszerűséget  
is okoznak. A nádasállományok ilyen természetű változatossága alaposabb  
vizsgálat nélkül is megállapítható.

A heterogenitás magyarázatára két hipotézis látszik kézenfekvőnek.

Az egyik feltevés az, hogy ezeket a változásokat az ekológiai tényezők  
megváltozása okozza (kitettség, meder- és alzatminőség, emberi beavatko-  
zás, szukcesszióviszonyok stb.), a másik, hogy a Balatonban élő nád-populá-  
ció genetikailag nem egységes, tehát az állományok változatos areulata a  
*Phragmites communis* fajon belüli változatok, alakok, rasszok, kisebb rendszer-  
tani-genetikai egységek eredménye.

A kérdés pontos vizsgálata és tisztázása elsősorban gyakorlati szempont-  
ból fontos. Ha a „jó” és „rossz” minőségű nádasfoltok váltakozását a környe-  
zet adottságai okozzák, a „rossz” nádasfoltok megjavítása igen nehéz, csak-  
nem lehetetlen, hiszen a kitettséget, az alzat köves vagy homokos voltát, vagy  
éppen a vízmélységet megváltoztatni a Balaton esetében megoldhatatlan  
műszaki problémát jelent. Ha a „rossz” nádasokat „rossz” minőségű alak,  
alfaj, vagy rassz alkotja, nem kell mást tennünk, mint a „rossz” részeket  
elpusztítani és termőhelyüket jó minőségű formával betelepíteni. Hogy ezt a  
munkát messzemenő botanikai, növényélettani esetleg genetikai-rendszertani  
kutatásnak kell megelőzni, az természetes.

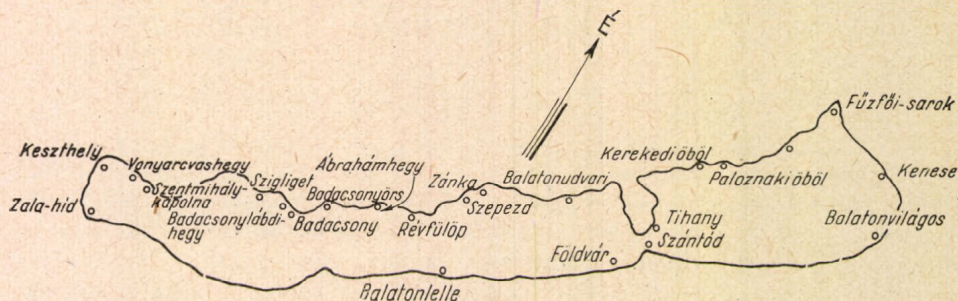
Ebben a dolgozatunkban részben a fent említett heterogenitást mutatjuk  
be néhány morfológiai tulajdonság biometriai adataival, részben a hozam-  
mérések nehézségeire próbálunk rámutatni.

### Anyag és módszerek

Nádas-kutatásaink a Balaton egész partmellékére kiterjedtek, az itt  
ismertetett munkánk anyaga az *I. ábra* térképén megjelölt helyekről szár-  
mazik.

Az egyes tulajdonságok mérési módszeréről az alábbiakat mondhatjuk:

Minden mérésünket a buga kifejlődése, illetve a virágzás kezdete után végeztük, mikor már a nád növekedése megszűnik, vagy csak elhanyagolhatóan csekély (TÓTH 1960, 216). A nádszál magasságát mindig a víz színétől mértük a buga csúcsáig, tehát az egész szál hosszát akkor kapjuk meg, ha hozzáadjuk a vízmélységet is. Ennek az első pillantásra komplikáltnak látszó megoldásnak az az oka, hogy a gyakorlat csak a víz, illetve jég felszíne feletti részt hasznosítja, táblázataink tehát a teljes nádszál hossz-adataival ebből a szempontból félrevezetőek lennének. A hosszúság-mérések természetesen terepen történtek.



1. ábra. A dolgozatban szereplő vizsgálati helyek áttekintése.

Figure 1. General map of examination plots.

Hasonlóan a szabadban történik a nádas sűrűségének vizsgálata is. A jégmentes Balatonon az állományok sűrűségmérése, különösen a mélyebb részekben nagyon nehézkes.  $50 \times 50$  cm-nél nagyobb négyzet technikai okokból nem használható (a keretet a sűrű állományban nem lehet kezelni), ezzel pedig csak legalább 12 számolás átlaga ad jó eredményt, különösen a foltokban, csomókban növekvő nádasállományokban. A sűrűségmérést legjobb a befagyott tavon végezni, ahol bármilyen nagy felületen könnyen összeszámolhatjuk a nádszálakat. Ebben az esetben az okoz nehézséget, hogy a kísérő növények, melyek segítségével a nádas-típusokat felismerjük, nem tanulmányozhatók. Ezért néhány jellegzetes helyen a vegetációs időszakban feltűnő módon megjelöltük a nádas-típusok határát, és télen jeleink segítségével a méréseket a jégen könnyen el tudtuk végezni.

A természetes és mesterséges növénytakaró felületegységére eső produkciójának becslésére több módszer ismert. A produktivitás dinamikájára jellemző fotoszintézis (SCARTH et al. 1948, TRANQUILLINI 1952, WALTER und ZIMMERMANN 1952) és kalorimetrikus (KOMOR 1940) mérések, a vegetációs periódus folyamán a felületegységen található növényi anyagmennyiség időszakos becslése (ODUM 1954, PENFOUND 1956) vagy a biomassa egyszerű megállapítása ősszel (GORHAM and PEARSALL 1956, BERNATOWICZ 1960), esetleg kémiai analízissel kombinálva (FELFÖLDY 1948), a balatoni vízinnövényzet esetében még a jövő feladatai közé tartoznak és nem is végezhetőek el addig, míg sokoldalú vizsgálattal a nádas-állományok „egységesebb foltokra” bontása meg nem történt.

Az egységnyi felületen található szervesanyag mennyiség mérését télen, a befagyott tó jégén végeztük. A technikai egyszerűségeken kívül emellett a módszer mellett szól az a tény, hogy így a gyakorlat által hasznosított anyagot

mérjük, és hogy adatainkat csak összehasonlításra használjuk fel. A jégen történő produkció mérés ellen csak a lehullott levelek okozta hiba szól. Nagy könnyebbséget okoz az is, hogy ilyenkor egyenesen szárazanyagot mérünk, mert a jégen szedett avas nád nedvességtartalma 5–8% közt változik (= „lég-száraz” minta).

Az 1–2. táblázatban közölt többi tulajdonság mérése laboratóriumban történt. A mintavevő helyeken a fenék felszínén megfelelő eszközzel kivágott nád-kévéket hazaszállítottuk, ahol a csőalakú nádszál átmérőjét, „falvastagságát”, csomóinak számát könnyen megállapíthattuk. Minden biometriai adat legalább 30–50 mérés átlaga.

A táblázatokban található nádistípusok elnevezését és botanikai jellemzését illetően TÓTH (1960) dolgozatára utalunk.

A nádas belsejének ekológiai jellemzésére a víz kémiai tulajdonságainak változása kiválóan alkalmas (MESCHKAT 1934, FELFÖLDY és TÓTH 1957, TÓTH 1960a, SZABÓ 1960). Vizsgálataink során megmértük a víz hőmérsékletét, pH-ját MAUCHA (1945) kolorimetrikus módszerével és elektrometrikusan „pH Electrometer”-rel,  $O_2$ -tartalmát WINKLER MAUCHA által módosított eljárásával. A széndioxidot WINKLER módszerével (ERDEY 1951, 62), a  $Ca^{++}$ - és  $Mg^{++}$ -ionokat KÖRÖS (1953) eljárásával komplexometriásan, az elektromos vezetőképességet pedig a Híradástechnika KSz. „Resistoscope” műszerével határoztuk meg (vö. még SZABÓ 1960).

### A vizsgálatok eredményei és megvitatásuk

Az 1. és 2. táblázat adataival az egyes nád-növények nagyfokú változékonyságát kívánjuk jellemezni. A 2. táblázat adatai arra a nádanyagra vonatkoznak, melynek kémiai összetételét TÓTH és SZABÓ (1958) már közölték. A dolgozatukban hangsúlyozott heterogenitás a morfológiai tulajdonságokban is megtalálható, de nem lehet a két tulajdonság csoport közt párhuzamosságot találni.

1. táblázat — Table 1

Különböző termőhelyekről származó nád-példányok biometriai adatai  
Biometrical data of reed samples from different habitats

1956 szeptember 6.

Sorszám No.	Gyűjtés helye Place of collection	Vízmélység Depth of water cm	Nádmagasság Length of shoot cm	Szál átmérője mm Thickness of shoot mm		
				Alap Basis	Közép Middle part	Csúcs Top
1	Paloznaki-öböl	185	213,0	11,7	8,4	1,9
2	Paloznaki-öböl	74	123,9	5,4	4,4	1,2
3	Paloznaki-öböl	73	239,2	10,3	7,1	1,8
4	Káptalanfüred	53	278,5	11,6	7,4	2,1
5	Füzfői sarok	50	294,7	13,3	7,6	2,2
6	Füzfői sarok	136	201,5	10,7	7,3	1,7
7	Füzfői sarok	117	191,0	9,2	6,8	1,3
8	Kenesei fürdő	30	296,1	9,4	5,9	2,1
9	Kenesei fürdő	30	344,5	8,8	6,2	2,1
10	Kenesei fürdő	30	299,8	9,3	6,1	1,9
11	Balatonvilágos	36	268,6	8,9	6,3	1,8

Célkitűzéseink megközelítésében igen tanulságosak a 3—6. táblázat-ok, melyeken négy termőhelyen a nádas keresztmetszetén belül végeztük el a méréseket. A Szigliget melletti vizsgálati terület kivételével minden helyen nyáron megjelöltük a nádas-típusok határát, a szabad víz felőli szélől való távolság pontos megméréssel és feltűnő színű vászon szalagokkal.

2. táblázat — Table 2

Tóth és Szabó (1958) által kémiaiilag analizált nádminták 30—30 példányának biometriai adatai. A gyűjtés ideje: 1957. szeptember 25—október 10.

Biometrical data of reed samples (30 exemplars) collected and chemically analyzed by Tóth and Szabó (1958) at 25th September—10th October, 1957

Sorszám No.	Gyűjtés helye Place of collection	Víz- mélység Depth of water cm	Nád- magas- ság Length of shoot cm	Szál átmérő mm Thickness of shoot mm			Internodumok hossza cm Length of internodes cm			Csomók száma Number of nodes
				Alap Basis	Közép Middle part	Csúcs Top	Alap Basis	Közép Middle part	Csúcs Top	
I.	Kerekedi-öböl	165	265	11,5	8,0	1,1	17,5	13,5	5,0	20—24
II.	Kerekedi-öböl	165	355	12,0	7,0	1,4	27,0	20,0	5,2	20—23
III.	Paloznaki-öböl	45	139	4,7	3,7	1,4	11,8	14,1	4,4	15—17
IV.	Paloznaki-öböl	65	267	7,9	5,4	2,7	15,2	19,6	5,3	20—24
V.	Füzűi sarok	40	365	13,0	8,7	2,1	13,8	12,6	4,5	23—25
VI.	Zalahíd-Balaton	5	338	10,0	8,6	3,5	12,1	19,5	5,1	24—26
VII.	Keszthely	5	351	11,4	9,6	4,5	13,5	22,5	6,0	24—26
VIII.	Vonyarevashegy	30	326	11,9	8,7	3,3	10,3	18,8	5,9	24—26
IX.	Szigliget	15	362	12,2	8,8	3,2	9,4	22,0	9,1	22—26
X.	Badacsony- Lábdíhegy	15	370	13,4	9,1	3,7	8,9	21,2	6,0	24—26
XI.	Badacsonyörs	10	350	11,6	8,5	2,2	11,5	22,3	5,0	24—26
XII.	Ábrahámhegy	0	366	10,6	7,5	2,9	14,0	25,0	5,5	23—24
XIII.	Révfülöp	35	450	13,5	9,5	3,0	11,5	28,0	13,5	23—25
XIV.	Zánka	20	286	9,0	6,5	1,6	13,0	21,0	4,5	22—23
XV.	Szántód- Köröshegy	35	248	7,6	5,5	1,4	15,1	14,2	5,3	19—22
XVI.	Szántód- Köröshegy	25	270	10,4	7,2	2,4	11,8	27,8	—	22—25

3. táblázat — Table 3

Paloznaki-öböl (The bay Paloznaki-öböl) 1960. január 20.

Mintavételi hely távolsága a sza- bad víz szélétől Distance from the open water m	Vízmélység Depth of water cm	Nádszálak száma Number of shoots per m <sup>2</sup>	Légszáraz súly Air-dried weight g/m <sup>2</sup>	Egy szál súlya Weight of one shoot g	Nád- magasság Length of shoot cm	Megjegyzés — Note
0—1	180	54	430	7,9	223	Szegélyzóna Marginal zone
33—34	130	40	882	22,1	280	Phragmitetum phragmitetosum
65—66	85	49	1386	28,3	325	Phragmitetum fontinalosum
92—93	25	65	354	5,5	222	Phr. magnocaricosum

4. táblázat — Table 4

Balatonudvari, 1960. január 21.

Mintavételi hely távolsága a sza- bad víz szélétől Distance from the open water m	Vízmélység Depth of water cm	Nádszálak száma Number of shoots per m <sup>2</sup>	Légszáraz súly Air-dried weight g/m <sup>2</sup>	Egy szál súlya Weight of one shoot	Nád- magasság Length of shoot cm	Megjegyzés — Note
0—1	176	58	298	5,1	192	Szegélyzóna Marginal zone
11—12	140	61	566	9,3	250	Phragmitetum phragmitetosum
30—31	—	75	1042	13,9	278	Phr. phragmitetosum
42—43	122	81	1448	17,9	—	Phr. fontinalosum határa
50—51	50	109	1276	11,7	293	Phr. fontinalosum
67—68	5	82	410	5,0	210	Phr. magnocaricosum

5. táblázat — Table 5

Révfülöp, 1960. január 18.

Mintavételi hely távolsága a sza- bad víz szélétől Distance from the open water m	Vízmélység Depth of water cm	Nádszálak száma Number of shoots per m <sup>2</sup>	Légszáraz súly Air-dried weight g/m <sup>2</sup>	Egy szál súlya Weight of one shoot g	Nád- magasság Length of shoot cm	Megjegyzés — Note
0—1	180	52	392	7,5	253	Szegélyzóna Marginal zone
10—11	130	43	1040	24,2	291	Phragmitetum phragmitetosum
34—35	134	60	2080	34,7	306	Phr. phragmitetosum
54—55	50	68	2662	39,1	395	Phr. fontinalosum
74—75	7	67	1216	18,1	220	Phr. magnocaricosum

6. táblázat — Table 6

Szigliget, 1960. január 25.

Mintavételi hely távolsága a sza- bad víz szélétől Distance from the open water m	Vízmélység Depth of water cm	Nádszálak száma Number of shoots per m <sup>2</sup>	Légszáraz súly Air-dried weight g/m <sup>2</sup>	Egy szál súlya Weight of one shoot g	Nád- magasság Length of shoot cm	Megjegyzés — Note
0—1	176	45	452	10,0	234	Szegélyzóna Marginal zone
12—13	162	42	770	18,3	267	Phragmitetum phragmitetosum
40—41	140	36	1004	27,9	307	Phr. phragmitetosum
50—51	93	53	1754	33,1	355	Phr. hydrocharosum?
70—71	78	56	1822	32,5	391	Phr. hydrocharosum?
90—91	20	78	816	10,5	301	Phr. magnocaricosum

Ekológiai hatások analizésére igen alkalmas a nádas *Fontinalis*-os része (*Scirpeto-Phragmitetum fontinalosum*). Ennek határozott környezettani karakterét az eddigi vizsgálatok (FELFÖLDY és TÓTH 1957, TÓTH 1960, 1960a) eléggé tisztázták. Három, a nyíltvíztől egyforma távolságra (50–66 m) levő, de egymástól távolosó (Paloznaki-ö., Balatonudvari, Révfülöp), azonos kitettségű partszakaszon élő *Scirpeto-Phragmitetum fontinalosum* állomány összehasonlító adatait tartalmazza a 7. és 8. táblázat.

7. táblázat — Table 7

Három egymástól távolosó *Fontinalis*-os nádasállomány összehasonlító adatai  
Comparative data of three *Phragmitetum fontinalosum* societies

Termőhely — Habitat	Mintavételi hely távolsága a szabad víz szélétől Distance from the open water m	Vízmélység Depth of water cm	Nádszálak száma Number of shoots per m <sup>2</sup>	Légszáraz súly Air-dried weight g/m <sup>2</sup>	Egy szál súlya Weight of one shoot g	Nád-magasság Length of shoot cm
Paloznak .....	65—66	85	49	1386	28,3	325
Udvari .....	50—51	50	109	1276	11,7	293
Révfülöp .....	54—55	50	68	2662	39,1	395

8. táblázat — Table 8

A 7. táblázatban közölt nádas-részek vizének kémiai tulajdonságai  
Chemical properties of water in *Phragmitetum* summarized in Table 7

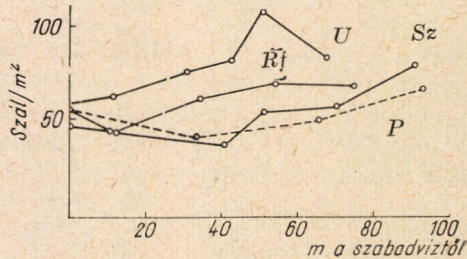
Termőhely — Habitat	pH	O <sub>2</sub> mg/l	CO <sub>2</sub> mg/l	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> mg/l	CO <sub>3</sub> <sup>-</sup> mg/l	Ca <sup>++</sup> mg/l	Mg <sup>++</sup> mg/l	K <sub>18</sub> · 10 <sup>6</sup>
Paloznak .....	7,5	10,8	10,6	332,0	0,0	42,1	55,2	594
Udvari .....	7,7	11,6	3,6	314,5	0,0	44,1	50,6	565
Révfülöp .....	7,5	7,5	5,6	302,9	0,0	43,7	49,6	541

A környezettani tényezők mutatói, a szabadvíztől való távolság, vízmélység, pH, oxigén- és széndioxid tartalom és az össz-só koncentrációt jellemző elektromos vezetőképesség (8. táblázat) mindhárom termőhelyen azonos nagyságrendűek. A nádas-állomány jellemzői (7. táblázat) viszont lényeges különbséget mutatnak. Tisztán a táblázat adatai alapján a Paloznaki-öbölben a *Fontinalis*-os zónában a nádas elég ritka (49 szál/m<sup>2</sup>), de a 28 g átlagsúlyú növények elég jó hozamot (közel 1400 g/m<sup>2</sup>) biztosítanak. Ennek éppen ellentéte a Balatonudvari előtti partszakaszon tanulmányozott kétszer olyan sűrű (109 szál/m<sup>2</sup>), de vékonyszálú, 12 g átlagsúlyú növényekből álló együttes. A Révfülöp környéki nádasok jó minősége a gyakorlati emberek előtt is jól ismert, és ez mérési adatainkból is tükröződik. A révfülöpi nádminták erőteljességét a nádszál tövén mért „falvastagság” adataival is jellemezhetjük: 1,5 mm, szemben a Paloznaki-öbölből származó 1,2 mm és az Udvari mellett tapasztalt 1,0 mm értékekkel. A többi tulajdonság a táblázatokból kiolvasható. Ezek a számok elég meggyőzőek arra nézve, hogy az azonos ekológiai értékű termőhelyeken szélsőségesen különböző minőségű nádasállomány él. A révfülöpi állomány 1,9-szeresét adja a paloznakinak és 2,1-szeresét az Udvari melletti nádasfoltnak.

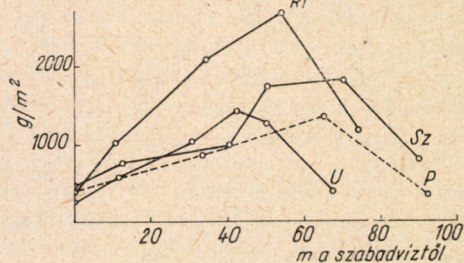
A helyzet kulcsát a három különféle profil összehasonlítása adja kezünkbe. A 2–4. ábrán látható görbék az alábbiakat árulják el:

A Balatonudvari melletti *Fontinalis*-os nádasnak van legkisebb hozama (2. ábra U), holott ez a legsűrűbb az egész profil mentén (1. ábra U), növényei viszont a legkönnyebbek (3. ábra U). A hozamban magasan kiugró révfülöpi állomány (2. ábra Rf) elég sűrű is (az 1. ábrán U után következnek), és

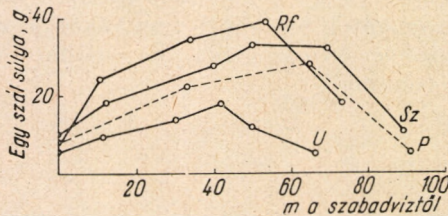
2. ábra. Az állomány sűrűségének változása a szabad-víztől a part felé a négy részletesen tanulmányozott profil mentén. Figure 2. Variation of numbers of shoots per square metre as a function of distance from open water in the four profiles examined. P-The bay „Paloznaki-öböl”, U-Balatonudvari, Rf-Révfülöp, Sz-Szigliget



3. ábra. A légszáraz anyag mennyiségének változása a négy profil mentén. Figure 3. Standing crop (g dry weight) in the reed sections situated at different distances from the open water in the four profiles. Explanation of signs see figure 2.



4. ábra. Egy nádszál átlagsúlyának változása a négy profil mentén. Figure 4. Variation in the average weight of single shoots growing at different distances from the open water in the four profiles. Explanation of signs see figure 2.



növényei is a legerőteljesebbek. A paloznaki nádasrész végig elég ritka (1. ábra P), hozama csak a jó szakaszokon tekintélyes, növényei közepes erősségűek. Ezt a három állományt az jellemzi, hogy minden ábrázolt tulajdonságuk egyenletesen nő a szabad víz felőli nádas széltől a belső rész felé, a *Fontinalis*-os zónában és valamivel az után eléri maximumát, és ismét csökken a szárazföld irányában. A Balatonudvari melletti nádas szál/m<sup>2</sup> adatában a 40–50 m közt látható ugrást nem számítva a számsorok változása egyenletes. Érdekesség kedvéért ábrázoltuk negyediknek a szigligeti hajóállomás melletti állomány viszonyait. Ebben ugyanis 40–50 m között mindhárom tulajdonság görbéje törést szenved: a nádas sűrűsége, hozama, sőt az egy szál nád súlya is hirtelen nő. A 40 m-ig egyenletes sűrűségű állomány itt hirtelen megváltozik: esomókban növény („zsombék-szerű”) nádasnövények keverednek az egyenletes állományba, melyek „szemre” is más megjelenésűek, mint a szabad víz felőli szegély-zóna nádasát alkotó populáció példányai. Ábráink alapján feltehető, hogy a Paloznaki-öböl és a révfülöpi partok előtti profilt egy-egy nád-típus alkotja, mely a környezeti tényezők hatására változtatja az ábrázolt sajátságait.

gokat, de a két profil populációi közt lényeges különbség van. A Balatonudvari-i nádas sűrűségének ugrásszerű változása, ami az egedsúly görbében is kisebb törést okoz, valószínűvé teszi, a szigligeti profil görbéi és a helyszíni megfigyelés alapján biztosan mondhatjuk, hogy a nád-populáció természete a profilon belül is változik, azaz a metszet mentén legalább két különböző változat (rassz, biotípus?) él.

Egy-egy, a part vonalára merőlegesen elhelyezkedő vágat tulajdonképpen a szukcesszió-viszonyok keresztmetszetét adja. Az ilyenirányú fejtegetéseknek megfelelően (lásd elsősorban LINDEMAN 1942) a nyíltvíz felőli iniciális stádiumban a hozam kicsi, a *Fontinalis*-os zóna táján éri el a nádas ekológiai optimumát, mely maximális hozamot eredményez, míg a magassásos felé, a nádas-zóna elöregedő részein a produktivitás ismét esik. Azt is megfigyelhetjük, hogy ez a törvényszerűség elsősorban a nád egyedek fejlettségének függvénye, mert a Paloznaki-öbölben is érvényes, ahol pedig az állomány sűrűsége a két szélső, szegély-zónában a legnagyobb. Az állomány hozamának és a nád-növények fejlettségének egyenletes változása egy-egy profilon belül a környezeti tényezők hatásának tudható be, de a görbéken törést okozó, ugrásszerű változások és az egymástól távoleső, hasonló ekológiájú termőhelyek növényzete közti különbség csak a balatoni nád-populáció rendszertani-genetikai inhomogenitásával magyarázható meg.

Foglalkoznunk kell még a balatoni nádasok összhozamának kérdésével. Ebből a szempontból a táblázatok  $g/m^2$  adatait kell szemügyre vennünk. Ezekből a számokból nehéz lenne átlag-értéket képeznünk ( $298-2662 g/m^2$ , itt nem közölt maximális adatunk  $4500 g/m^2$ : Tihany, 1957, jan. 31). Tekintve, hogy a botanikailag körvonalazható nádas-típusok nem nyújtanak kellő támpontot és így a különféle hozamú foltok kiterjedéséről nem alkothatunk még hozzávetőleges képet sem, akár a tavi anyagforgalom, akár gyakorlati feladatok szemszögéből, használható becsléseket a jövő feladatai közé kell sorolnunk.

### Összefoglalás

A Balaton különféle partszakaszain termő nádasokban végzett méréseink további bizonyítékokat szolgáltatottak a nádasokat felépítő nád-populáció változatos mivoltára. Ugyanannak a nádas-típusnak egymástól távoleső foltjait, melyeken teljesen azonos környezeti tényezők uralkodnak, szélsőségesen eltérő méretű és hozamú nád-növények alkotják. A nyíltvíz felőli szegély-zónától a part felé haladva a hozam minden esetben először nő, a *Fontinalis*-os nádas típus közelében eléri maximumát, majd a part felé ismét csökken. A nádas és a nád példányok ilyenirányú változékonyságai közül az egy profilon belüli változást elsősorban a környezeti tényezők okozzák, az profilok közötti lényeges, egészen 100% fölé emelkedhető különbségek azonban csak a nádas-populáció rendszertani-genetikai heterogenitásával magyarázhatók.

A Balatonban élő nádállomány szervesanyag termésének tudományos igényű felbecsüléséhez további, ezeken az eredményeken alapuló vizsgálatok szükségesek.



## IRODALOM

- BERNATOWICZ, S. and J. RADZIEJ (1960): (Quantitative studies on the vascular flora of Lake Dobskie.) — *Polsk. Arch. Hydrobiol.* **7**, 29—60. (Lengyelül, angol összefoglalással).
- ERDEY L. (1951): Bevezetés a kémiai analízisbe. II. — Tankönyvkiadó, Budapest. 1—276.
- FELFÖLDY, L. J. M. (1948): Protein production of a weed plant society. — *Arch. Biol. Hung.* **13**, 384—389.
- FELFÖLDY L. és TÓTH L. (1957): Fontinalis antipyretica és F. hypnoides a Balatonban. — *Annal. Biol. Tihany* **24**, 335—344.
- GORHAM, E. and W. H. PEARSALL (1956): Production ecology. III. Shoot production in Phragmites in relation to habitat. — *Oikos* **7**, 206—214.
- KOMOR, J. (1940): Über die Ausnutzung des Sonnenlichtes beim Wachstum der grünen Pflanzen. — *Biochem. Z.* **305**, 381—395.
- KÖRÖS E. (1953): Kalcium és magnézium egymás melletti meghatározása dinatrium-dihydrogen-etilendiamin-tetraacetáttal. — *Magyar Kémiai Folyóirat* **59**, 137—139.
- LINDEMAN, R. L. (1942): The trophic-dynamic aspect of ecology. — *Ecology* **23**, 399—418.
- MAUCHA, R. (1945): Hydrochemische Halbmikro-Feldmethoden. — *Arch. f. Hydrobiol.* **41**, 352—391.
- MESCHKAT, A. (1934): Der Bewuchs in den Röhrichten des Plattensees. — *Arch. f. Hydrobiol.* **27**, 436—517.
- ODUM, H. T. (1957): Primary production measurement in eleven Florida springs and a marine turtle-grass community. — *Limnol. and Oceanogr.* **1**, 85—97.
- PEARSALL, W. H. and E. GORHAM (1956): Production ecology. I. Standing crop of natural vegetation. — *Oikos* **7**, 193—201.
- PENFOUND, W. T. (1956): Primary production of vascular aquatic plants. — *Limnol. and Oceanogr.* **1**, 92—101.
- SCARTE, G. W., J. LEWITT and M. SHAW (1948): Use of the infrared total absorption method for estimating the time course of photosynthesis and transpiration. — *Canad. J. Res. C.* **26**, 94—107.
- SZABÓ, E. (1960): Biologische Aktivität des Schlammes der Uferzone und ihre Wirkung auf den Chemismus des Wassers im Balaton. — *Annal. Biol. Tihany* **27**, 139—145.
- TÓTH, L. (1960): Phytozöologische Untersuchungen über die Röhrichte des Balaton-Sees. — *Annal. Biol. Tihany* **27**, 209—242.
- TÓTH L. (1960a): A Fontinalis antipyretica L. cenológiai szerepe a Balaton nádasaiban. — *Hidrol. Közl.* **40**, 164—166.
- TÓTH, L. and E. SZABÓ (1958): Über die Chemische Zusammensetzung verschiedener Schilfproben vom Balaton-See. — *Annal. Biol. Tihany* **25**, 363—374.
- TRANQUILLINI, W. (1952): Der Ultrarot-Absorptionsschreiber im Dienste ökologischer Messungen des pflanzlichen CO<sub>2</sub>-Umsatzes. — *Ber. deutsch. bot. Ges.* **65**, 102—112.
- WALTER, H. and W. ZIMMERMANN (1952): Ökologische CO<sub>2</sub>-Absorptionsmessungen in verschiedenen Pflanzenbeständen. — *Zeitschr. Bot.* **40**, 251—268. (*Biol. Abst.* **23**, 192. 1954.)

## ON SOME PROBLEMS OF PRODUCTION MEASUREMENTS IN PHRAGMITETA IN LAKE BALATON

László Tóth, Lajos J. M. Felföldy and Ernő Szabó

## Summary

The estimation of "standing crop" in reed extending on a large area in the littoral zone of Lake Balaton is very difficult, due to the heterogeneity of *Phragmites* plants in their size and morphology (Table 1 and 2).

In explaining this inhomogeneity two assumptions should be considered, first of all the modifying effect of ecological factors (exposition, properties of bottom, depth of water, artificial effects of human work etc.), secondly the systematic-genetic heterogeneity within the species *Phragmites communis* in Lake Balaton.

In order to analyse these problems the organic matter production of the reed populations was estimated in four profiles taken successively from the open water to the shore. The reed samples were weighted on the frozen surface of the Lake itself. The

estimation of production, which is always tiresome and difficult in summer due to the density of reeds and the deep water, can be performed much easier in winter when the Lake is frozen. Nevertheless, this method too has its drawback in one respect, namely the total weight of the plant material cannot be weighted because of the fall of leaves. On the otherhand, however, the quantity of reeds collected on the surface of ice corresponds with the quantity utilized by the practice. It is not necessary either to dry the reed material in order to obtain its dry-weight, because in winter the reed samples could be regarded as air-dry. Naturally, only reciprocal comparisons can be made on the basis of these data. The results of these measurements are summarized in *Tables 2-6*.

Those parts of reed-vegetation, that may be characterized by the mass vegetation of *Fontinalis antipyretica* are good objects to analyse the effects of ecological factors with. Its definite ecological character has been sufficiently cleared up by FELFÖLDY and TÓTH (1957), TÓTH (1960, 1960a).

In *Tables 7* and *8* the comparative data of three *Scirpeto-Phragmitetum fontinalosum* populations growing far from each other (30 km distance), but at an equal distance from open water (55-66 m) are given. No considerable differences can be observed in the range of values indicating the diversity of environmental factors (distance from the open water, depth of water, pH, oxygen and carbon dioxide content and specific conductivity of water), whereas, the characteristics of reed populations show wide inequalities (*Table 7*).

In *figs. 2-4* three characteristics of the vegetation are illustrated. The least yield was produced by the reeds near Balatonudvari (*Fig. 2, U*), although it is the most dense population all along the whole profile (*Fig. 1, U*). The reed specimens growing there are the lightest (*Fig. 3, U*). The population near Révfülp has the most protruding yield (*Fig. 2, Rf*). It is rather dense (it comes in *Fig. 1* after *U*) and the plants growing there are the strongest. The reeds investigated in bay Pálóznaki öböl are rather thin all along (*Fig. 1, P*). Considerable yield was observed only on sections of optimal ecological conditions. The plant specimens belonging here are of moderate strength. As it is illustrated in *Figs. 2-4*, a gradual change of characteristics was found in the three above mentioned habitats, which is extended from the open water to the shore, only the density of the profile at Balatonudvari shows a sudden change between 40-50 m (*Fig. 1, U*). As a matter of curiosity the data of the profile near Szigliget are also graphed. In this section, namely, a break sets in between 40-50 m in the graph of every characteristic. There is a sudden increase in the density and yield of the reeds and even in the weight of the single shoots. The population which was of uniform density through 40 m, changes here suddenly, shoots growing in clumps appear, which have a different appearance even outwardly than the specimens constituting the reeds on the bordering zone.

It is concluded on basis of these studies, that changes occurring gradually within one profile are due to environmental factors. The essential differences observed between the various profiles, however, which are sometimes even greater than 100 per cent, and the sudden changes within one profile can be explained only by the intraspecific inhomogeneity of *Phragmites* population growing in Lake Balaton.

The productivity of all reeds growing in the Lake may be assessed only after further intensive investigation.

**ÜBER DIE URSACHE DES NAHRUNGSMANGELS  
DES BALATON-ZANDERS (*LUCIOPERCA LUCIOPERCA* L.)  
UND BEGRÜNDUNG DES NAHRUNGSERSATZ-PLANES**

ISTVÁN TÖLG

Eingegangen: 15. März 1961

**Übersicht der analytischen Untersuchungen**

Nach den Ergebnissen unserer Nahrungsuntersuchungen können wir uns heute bereits ein klares Bild über die Ernährung des Balaton-Zanders (*Lucio-perca lucio-perca* L.) machen. Den früheren Berichten (LUKÁCS 1932, a, b; ENTZ G. und SEBESTYÉN 1942; ENTZ B. und LUKACSOVICS F. 1957) folgend, gelang es WOYNÁROVICH (1959) nach vorgenommener Untersuchung von 5870 Stück Exemplaren von 300—1000 g Körpergewicht die Ernährungsverhältnisse der wichtigsten Gewichtsgruppe endgültig fest zu stellen. Die teilweise bereits publizierten Daten unserer, im Biologischen Forschungsinstitut seit vier Jahren fortgesetzten Arbeit haben unsere Kenntnisse über die Ernährung der Jungzander erweitert (TÖLG 1959b).

Die Ergebnisse unserer, die Jungzander betreffenden Untersuchungen zeigen, daß die Ernährungsverhältnisse der eine Körperlänge von 15 mm überschreitenden Jungzander im Balaton wenig günstig sind. Im Gegensatz zu seichteren eutrophen Gewässern und Fischteichen fehlen ihnen im Balaton in der Nahrungskette solche Organismen, welche ihnen ein Ansteigen der Größenordnung ihrer Nahrung sichern würden; so z. B. ein größerer (1500—5000  $\mu$ ) Planktonkrebs (etwa in der Größe von *Daphnia magna*), ferner ein grundbewohnender ca 5—20 mm langer Nahrungsorganismus (z. B. eine Insektenlarve, oder eine Mysidacee). Im späteren, bereits fischfressenden Stadium der Jungzander (von 25—30 mm aufwärts) ist ihre auf Jungfische des Kaulbarsches, auf ihre eigenen Artgenossen und Wolgazander gestützte Nahrungsbasis gleichfalls ungenügend. Wegen des Nahrungsmangels verbleiben viele Individuen des Jungzander-Bestandes jedes Jahr Planktonfresser, das heißt, daß sie im ersten Sommer nach ihrer Geburt nicht auf die Raubfischnahrung übergehen können. Bei dieser unnatürlichen Ernährung bleiben sie wiederum im Wachstum zurück und fallen ihren Fischfressenden Stammesgenossen und älteren Zandern zum Opfer. Infolgedessen beruht die Bildung einer entsprechenden Individuenzahl und eines Jungzanderbestandes von guter Qualität allein auf einem glücklichen Zusammentreffen der gegebenen Umstände.

WOYNÁROVICH hat mit seinen, bereits erwähnten Untersuchungen (1959) nachgewiesen, daß sich auch bei den älteren Altersklassen Nahrungsmangel zeigt. Im Gegensatz zu ähnlichen, in der ausländischen Literatur angeführten Angaben (MOHR 1916, JÄRNEFELT 1921, MARRE 1933, NEUHAUS 1934, SCHIEMENZ 1934, GRIMALSCHI 1938, DZIEKONSKA 1954, STANGENBERG et al. 1956, STEFFENS 1960) fand er in 38% der untersuchten Zander keine Nahrungsreste.

In Anbetracht der Literaturangaben ist der im Laufe seiner Untersuchungen konstatierte verbreitete (7,8%; 0,6—15%) Kannibalismus ebenfalls ungewöhnlich. Die auf das Hungern und den Kannibalismus von ausgewachsenen Balaton-Zandern bezüglichen Angaben wurden auch durch die im Winter vorgenommenen Untersuchungen (1957) bestätigt. Diesen auffallenden Kannibalismus erwähnt auch LUKÁCS (1932). WOYNÁROVICH stellte auch, das Gewicht der Nahrungsfische in Betracht ziehend, fest, daß 48—87% der untersuchten, sich ernährenden Zander bloß eine, 1—1,5 Prozent ihres durchschnittlichen Gewichtes (380 g) entsprechende Nahrung zu sich genommen hatten. Den von ihm als maximal angenommenen und 10% des Körpergewichtes entsprechenden Mageninhalt in Betracht gezogen, bewertet er seine Daten folgendermassen: »... man kann die Balaton-Zander der vierten Klasse im allgemeinen als unterernährt bezeichnen«.

Diese Tatsache trifft die Qualität des Zanderbestandes im Balaton recht empfindlich, da wegen der Unzulänglichkeit der Nahrung die Zander im Balaton, — im Gegensatz zu den sonstigen Zandergewässern, — eine lange Zeit hindurch ihr Leben (unter einem Gewicht von 1000 g) »kümmerlich fristen müssen«. Nach mündlicher Mitteilung von WOYNÁROVICH finden die ein Gewicht von 800—1000 g erreichten Balaton-Zander bereits genügend Nahrung, da sie von da an hauptsächlich die zweisömmerigen und massenhaft vorkommenden Exemplare von Brassern verzehren. Diese mit einem hohen Rücken ausgestattete Weißfischart ist offenbar für die Zander unter 800 g Körpergewicht als Nahrung noch ungeeignet.

In Kenntnis dieser Angaben kann man demnach behaupten, daß die Nahrungsversorgung des Balaton-Zanders bis zum Erreichen eines Körpergewichtes von 800—1000 g ungenügend ist. Mit dem Übergang auf die Verzehrung von Brassern hat für die Zander über 800 g Körpergewicht der schwere Nahrungsmangel ein Ende.

Obige Feststellungen werden außer den Ernährungsdaten auch durch unsere eigenen Wachstums-Untersuchungen bekräftigt. Der Balatonzander wächst bis zum Erreichen eines Körpergewichtes von etwa 500 g äußerst langsam. Von da an zeigt sich eine geringe Besserung und es bleiben die über 1000 g schweren Exemplare kaum hinter den Wachstumsangaben der reichen ausländischen Zandergewässer zurück (ANTIPA 1909, MOHR 1916, JÄRNEFELT 1921, TSCHUGUNOWA 1931, GRIMALSCHI 1938, BERG 1949, 1019—1028; STAFF 1950, 234; FILUK 1954, STANGENBERG et al. 1956, STEFFENS 1960).

Noch über die Wachstumuntersuchungen hinaus weist auch die qualitative Zusammensetzung des Zanderfanges im Balaton auf die ungünstigen Ernährungsverhältnisse hin. Der im Durchschnitt mehrerer Jahre sich zwischen 1400—2000 Doppelt-Zentner bewegende Zanderfang besteht zu 65—75% aus Stücken von 300—500 g Körpergewicht. Offenbar bleibt die Körpergewichtsvermehrung des Balaton-Zanders bei dieser Gewichtsgrenze stocken. Die Gewichtsgrenze von 300 g (— das niedrigste Maß des Fanges —) wird in jedem Jahr von mehr Exemplaren überschritten, als wieviele ein Gewicht von über 500 g überschreiten. Im Falle eines entsprechenden Nahrungsvorrates kann man an der Wachstumskurve des Zanders einen solchen Bruch nicht feststellen. Abgesehen von den ausländischen Daten weisen auch die oft aus dem Balaton stammenden und ein gutes Wachstum zeigenden Zander der ungarischen Fischwirtschaften dieselbe Erscheinung auf. Ein gutes Beispiel hierfür gewährt das Wachstum der im See von Velence lebender Zander, denn diese erreichen

zum Teil im zweisömmerigen Alter (18—20 Monate) ein Körpergewicht von 300 g, während ein jeder der drittsömmerigen das Fangmaß überschreitet (eigene, im Gange befindlichen Untersuchungen).

Sämtliche, uns zur Verfügung stehenden ausländischen Angaben, wie auch unsere eigenen Forschungsergebnisse weisen darauf hin, daß die Ursache des langsamen Wachstums des Zanders in den eigenartigen Verhältnissen des Balaton zu suchen ist.

### **Der Widerspruch zwischen der Berühmtheit des Balaton-Zanders und der Qualität der heutigen Bestände**

Wie wir gesehen haben können wir aus den bezüglich des Balaton-Zanders neuerdings angestellten Forschungsergebnissen eindeutig darauf schließen, daß die Mitglieder des heutigen Bestandes unter recht ungünstigen Ernährungsverhältnissen leben. Dies beweist der außerordentlich häufig vorkommende Kannibalismus, der hohe Prozentsatz der Individuen mit leerem Magen, eine als allgemein zu bezeichnende ungenügende Magenfülle, sowie das langsame Wachstum und eine unvorteilhafte qualitative Zusammensetzung des Zanderfanges. Dafür spricht auch die Menge der von Jahr zu Jahr zugrundegehenden Jungfische.

Diese Gesichtspunkte stehen im Widerspruch zu dem seit langem wohlbegründeten europäischen guten Ruf des Balaton-Zanders (LUKÁCS 1940). Kommt dieser Widerspruch zwischen der Berühmtheit und der heutigen Lage zur Sprache, ergibt sich die Frage von selbst: war es wohl ein der heutigen Zusammensetzung des Zanderbestandes ähnlicher Bestand, der sich diesen guten Ruf begründet hat? Die Antwort wird sicherlich verneinend ausfallen müssen. Besonders die »Fogasche« unter 500 g Körpergewicht hätten kaum einen solchen außerordentlichen Beifall des internationalen Marktes erringen können. Den guten Ruf verdanken wir den über 1000 g schweren und hauptsächlich unseren Zandern von 2—3 kg Körpergewicht. Exemplare von diesen Maßen leben heute sehr wenige im Balaton. Vor der Jahrhundertwende, als sich unser Fisch seinen guten Ruf erworben hatte, mußten die Fischer mit primitiveren Fangmethoden verhältnismässig mehr große Zander fangen. Nur so konnte der »Balaton-Fogasch« zu einem derartig begehrten Artikel werden, denn ein in geringerer Menge vorhandener, hervorspringend vortrefflicher Artikel muß den Wert der sonstigen Fische herabsetzen.

Also müssen wir als Ausgangspunkt unserer Annahme voraussetzen, daß bis zu den Jahrzehnten um die Jahrhundertwende ein viel besser zusammengesetzter Zanderbestand den Balaton bevölkert hatte. Die großen (1,5—3 kg schweren) Zander müssen bedeutend häufiger gewesen sein und so war auch die Beute der alten, handgezogenen Netze viel wertvoller, als die der heutigen Fänge. Der heutige Bestand des Balaton-Zanders hat zum großen Teil die Menge seiner 1—3 kg schweren Zanderexemplare eingebüßt, die seinen guten Ruf begründet hatten.

Wenn wir die Ursachen der unvorteilhaften qualitativen Veränderung und den Grund für die allmählich drückend sich auswirkende Vermehrung der unter 0,5 kg schweren Individuen untersuchen, müssen wir den Hinweis auf eine schädigende Wirkung der Intensität des heutigen Fischfanges werfen. Bei einem in biologischen Gleichgewicht stehenden Fischgewässer schädigt ein rationell betriebener Fischfang niemals die Qualität des Be-

standes, sondern ist vielmehr geeignet, ihn zu verbessern. Die Ursachen müssen wir demnach anderswo suchen!

Die Ursache des Niederganges des Zanderbestandes im Balaton wurde mit der richtigen Bewertung des außerordentlich großen Kannibalismus bereinigt. Dieses, durch WOYNÁROVICH und andere Autoren festgestellte Verzehren der Jungbrut hat sich auch im Laufe der Forschungsarbeit unserer in den Jahren 1959 und 1960 durchgeführten Mageninhalts-Untersuchungen erwiesen. Der Kannibalismus hat sich parallel mit der den Durchschnitt übersteigend erfolgreicher Abläichung im Jahre 1959 stark vermehrt. Bei unseren Untersuchungen haben wir im Mageninhalt 25—30% Zanderbrut gefunden. Die älteren Zander haben eine mächtige Verwüstung im Jungfischebestand angestellt (TÖLG 1959a). Sie haben hauptsächlich die zum Fischraub bereits übergegangenen und wertvollsten 10—15 cm langen Exemplare verzehrt. Auch im Jahre 1960 wiederholte sich ein im Verhältnis zu den vorausgehenden Jahren gesteigerter Kannibalismus.

Keine einzige der im Vorherigen bereits erwähnten ausländischen Arbeiten berichtet über einen derartig starken Kannibalismus, und es wird ein solcher beim Zander im allgemeinen für selten angesehen. Das beim Zander ungewöhnliche Verzehren der eigenen Jungbrut, das im Balaton festzustellen war, brachte uns zuerst auf den Gedanken, daß der Zander heute in unserem See unter abnormalen Verhältnissen lebt. Dies könnte die Ursache des außerordentlich starken Kannibalismus sein. Auch einige derartige Umstände, wie z. B. ein Mangel an Verstecken für die Jungbrut, das spärliche Vorkommen von Nahrungsfischen einer entsprechenden Form und Größe, das aus Nahrungsmangel verzögerte Wachstum der Jungfische, weshalb sie lange Zeit hindurch ihren räuberischen Artgenossen leicht zum Opfer fallen können, endlich das abnormale Hungern des Zanders (WOYNÁROVICH 1959) — tragen sicherlich auch zu dieser ungewöhnlichen Erscheinung im Balaton bei.

Wenn dieser heutige bedeutende Kannibalismus des Zanders neueren Datums ist und die ungünstige Veränderung der Umweltverhältnisse wieder spiegelt, so müssen wir, die Möglichkeiten der im Leben des Sees eingetretenen Veränderungen ins Auge fassend und richtig bewertend, die Ursache dieses beträchtlichen Jungbrutverzehrns finden und damit auch eine Erklärung der Herabminderung des Zanderbestandes im Balaton finden.

### **Die Gründe für die qualitative Verschlechterung des Zanderbestandes im Balaton und die Anfangs-Möglichkeiten der Bestandaufbesserung**

Von den auf den Zander bezüglichen Faktoren verursacht, einen Niedergang des Bestandes — unserer Ansicht nach — der mit der Veränderung der Uferabschnitte des Sees zusammenhängende Nahrungsmangel. Den Ausdruck »Niedergang« müssen wir anwenden, da, wie wir dies bereits betont haben, alles darauf hinweist, daß ein dem heutigen überlegenerer viel wertvollerer Zanderbestand den Balaton bevölkert hatte. Leider ist dies in der Literatur nicht nachzuweisen, da in der Vergangenheit diesbezüglich keine Untersuchungen angestellt wurden. Wir können uns hier nur auf die Ansicht heute noch lebender Fischer und auf den erwähnten guten Ruf unseres Zanders stützen (vgl. LUKÁCS 1940). Außerdem bekräftigen die analytischen Untersuchungen der vergangenen Jahre, das Beispiel der reichen Zandergewässer und einige Literaturhinweise die Richtigkeit unserer Annahme.

Im Laufe der Regulierung der Uferbildung des Balaton wurden die seichtwässrigen Moorwiesen (»berek«) des Südufers abgetrennt, so wurden die zeitweilig oder auch das ganze Jahr hindurch von Wasser bedeckten, überschwemmten Gebietsteile, wie der Kleine-Balaton, die flachen Teile von Berény, Keresztúr, Fonyód, Boglár, Lelle, Öszöd, Földvár, Zamárdi und Siófok (siehe *Abbildung 1*) abgelöst. Vor der Regulierung des Sió standen diese niedrig gelegenen Gebietsteile infolge des kaum nennenswerten Abflusses sozusagen ständig mit dem Balaton-See in Verbindung (ERDŐS 1898). Seit der

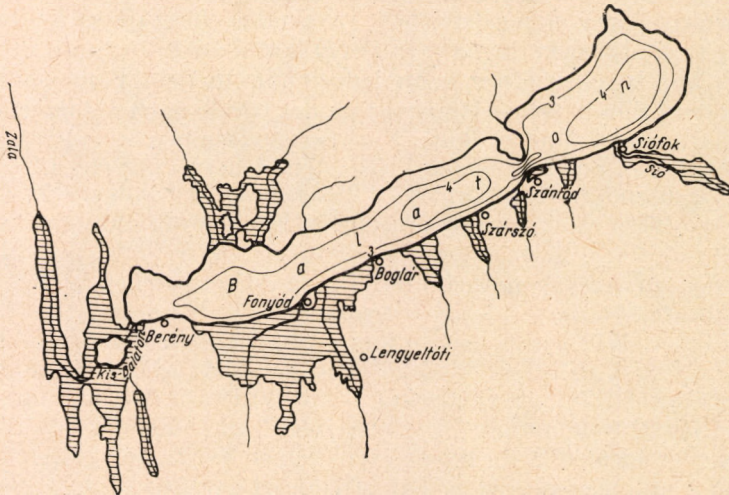


Abb. 1. Ausbreitung des alten Überschwemmungsgebietes des Balaton Die im Werke von ERDŐS, F. (1898) mitgeteilte Landkarte zeigt die Lage und Ausbreitung der alten Überschwemmungsgebiete und Moorwiesen (»berek«). Die Landkarte gibt die Zustände während der Uferregulierungsarbeiten wieder; der ganze strichlierte Teil war demnach ein organischer Teil des Balatonbeckens

1. ábra. A Balaton régi árterületeinek a kiterjedése. ERDŐS F. (1898) dolgozatában közölt térkép a Balaton régi árterületeinek és berekjeinek kiterjedését mutatja. A térkép a partszabályozó munka közbeni állapotokat érzékelteti, így a szabályozás előtt az egész bevonalazott terület szerves része volt a Balaton medencéjének

Erbauung der Schleuse von Siófok (1863) konnten diese »berek«-Gewässer nur gelegentlich eines jäh eingetretenen Hochwassers sich wieder mit denen des Hauptbeckens vereinigen (JÓZSA 1899). Seit dem Ausbau der Eisenbahnlinie sind diese Gelegenheiten immer seltener geworden und wir können in den der Jahrhundertwende folgenden Jahrzehnten mit der Entwässerung des Kis-Balaton (DORNYAI 1934) von Gesichtspunkt der Fischfauna des Balaton aus die »berek«-Gebiete des Südufers endgültig als abgesperrt betrachten. Der Regulierung zufolge veränderte sich der ganze Charakter des Balaton und hauptsächlich die Formation seiner Uferbildung bedeutend (CHOLNOKY 1918). Im Laufe der Regulierung gelangten auch am Nordufer einige kleinere Überschwemmungsgebiete vollständig ans Trockene (z. B. die Einschnürung) der »Hals« (der Halbinsel von Tihany, die Niederung von Szigliget-Ederics, usw.).

Wenn wir die Zandergewässer überblicken, können wir feststellen, daß der Zander dort richtig gedeihen kann, wo er, von den winzigsten Naupliuslarven angefangen, über eine fortlaufende Steigerung der Größenordnung der

Nahrungsorganismen auch jene Nahrungsfische finden kann, die ihm der Form und Größe nach jeweilig entsprechen. Unter idealen Bedingungen folgen in der Nahrungsserie der aus der Eiern geschlüpften Zanderbrut, welche vorerst aus den im Wasser schwebenden Organismen besteht, den Nauplius- und Copepodit-Larven von Ruderfußkrebsen, ausgewachsene Copepoden und kleinere Cladoceren; später ernährt sich die Jungbrut von Cladoceren mit etwas größeren Körperrumfang. Sodann sichern ihnen grundbewohnende Mysidaceen oder Insektenlarven, mitunter auch Amphipoden die, der Periode vor dem Übergang zum Raubfischalter vorangehende Nahrung und ein stufenweises Ansteigen der Größenordnung derselben. In Ermangelung dieser letzteren Arten ist der Jungzander gezwungen von der Planktonnahrung unmittelbar zum Fischraub überzugehen. Dies kann jedoch nur in dem Falle ohne Nachteil erfolgen, wenn sich in seiner Umwelt ihm der Größe nach entsprechende Nahrungsfisch-Jungbrut finden läßt. Eine solche können entweder Jungfischmengen fortlaufend ablaichender Fischarten sichern oder ein allmählich und langsam wachsender, kleinkörperiger Fisch, welcher längere Zeit hindurch noch die Größe behält, um vom jungen Zander verschlungen werden zu können.

Aus den zu Anfang mitgeteilten Daten ist zu ersehen, daß die im vorherigen Absatz skizzierte ideale Nahrungsserie sich im Balaton bei weitem nicht vorfindet. Wie wir es erwähnten, gibt es mehrere Mangelfaktoren. Wir müssen annehmen, daß diese bloß im heutigen Zustand des Balaton bestehen.

In den durch die Uferregulierung bereits entwässerten und ausgetrockneten alten Überschwemmungsgebieten hat der Balaton-Zander sicherlich irgendeine Form der idealen Nahrungsserie zu seiner Verfügung gehabt. Nach der Regulierung und Entwässerung hat sich der Charakter des ganzen Balaton vom Fischereistandpunkte aus vollkommen verändert. Mit der Entwässerung der hier und dort mit Pflanzenwuchs bedeckten und an tieferen Stellen einen Wasserspiegel gebildeten Moorwiesen hat den Fischbestand des Balaton ein großer Verlust getroffen. Verschwunden sind Ablaichplätze und Jungbrut-Wiegen! Dieser Umstand hat in erster Linie den Wels am empfindlichsten, sodann aber gleich den Zander und Karpfen betroffen. Die verhältnismässig anspruchslosen Weißfischarten und die kleineren Fische passen sich bald an veränderte Verhältnisse an. Ebendeswegen wurde die qualitative Zusammensetzung des Fischbestandes im Balaton nach der Uferregulierung in eine ungünstige Richtung gelenkt. Wir können die im Bilde des Balaton vorgegangene Veränderung an der *Abbildung 2*, welche eine Skizze des alten und heutigen Sees im Querschnitt darstellt, deutlich erkennen, während die *Abbildung 1* die Lage und Ausdehnung der Moorwiesen Gebiete zeigt (*Abb. 2* bzw. *1*).

Der Zander laicht mit Vorliebe in wurzeldurchzogenen Teilen auf, vom Wasser bespülte Wurzelbünde ab. Solche fand er reichlich in den von trockenen Stellen durchzogenen, hügeligen Überschwemmungsgebieten. In den seichten, im Frühjahr rasch durchwärmten überschwemmten Teilen kam das Wasserleben viel früher in Gang, als in dem rings abgeschlossenen Becken des heutigen Balaton. Die ausgeschlüpfte Jungbrut des Zanders fand also gleich ihre reichlich bemessene und abwechslungsreiche Planktonnahrung. Hier in diesen auch heute noch auf den Überflutungsgebieten bestehenden Lachen fand sich, den Fischteichen ähnlich, sicherlich auch *Daphnia magna* und *Daphnia pulex*, diese beiden, im offenen Wasser des Balaton fehlenden größeren Planktonkrebse.



In den inselartig verteilten, mit Pflanzengruppen bewachsenen, seichten und von Wasser überfluteten Teilen bestand sicherlich ein viel reicheres Insektenleben, als im heutigen Balaton. Dies bezeugen auch die auf den abgetrennten Gebieten liegenden Teiche und Wasseransammlungen, die auch heute noch dort vorkommen. Ein mannigfaltiger Reichtum an Libellen, Eintagsfliegen (Ephemeriden), Köcherfliegen, Chironomiden und Mückenlarven (Culiciden) sicherte den vor dem Übergange zum Raubfisch stehenden Zanderjungen ihre Nahrung. Im heutigen Becken des Balaton ist die als Nahrung der Jungzander in Betracht kommende Bodenfauna an Arten und Menge ihrer Zusammensetzung außerordentlich arm.

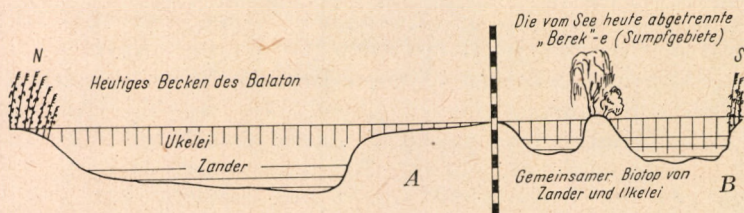


Abb. 2. Skizzenhafte Vergleichung des Querschnittes des heutigen (A) und früheren (A+B) Balatons. Im ursprünglichen Zustand (A+B) zog sich an der Südseite des Balaton ein Überschwemmungsgebiet von wechselnder Tiefe, uferabschnittsweise von verschiedener Ausdehnung und pflanzenbewachsen hin, die Moorwiesen (sog. »berek«). Dieser Teil steht heute bezüglich der Fischfauna mit dem Hauptbecken des Balaton nicht in Verbindung. Mit dessen Entwässerung ging die wertvollste Fischwiege und Nahrungsnachschubs-Gebiet des Sees verloren; an seinen vorzüglichen Laichplätzen konnten die geschlechtsreifen Zander ihren Laich ablegen, dort fand die Jungbrut ihre ideale Nahrungsserie und konnten sich an der im seichteren Wasser gebotenen reichlichen Fischnahrung die jüngeren Individuen frei entwickeln. Heute sind sämtliche Altersklassen des Zanders im Balatonbecken (A) zusammengedrängt. Dieses Gebiet gewährt jedoch der Brut und den jüngeren Altersklassen (unter 800–1000 g) viel schlechtere Lebensbedingungen als der »berek«. Im tieferen Wasser des Beckens hat sich der Lebensraum der Ukelei von dem des Zanders getrennt und herrscht hier im Gegensatz zu den alten Verhältnissen, auch für die Balaton-Zander unter 800 g ein schwerer Nahrungsmangel.

2. ábra. A Balaton mai (A) és hajdani (A+B) keresztmetszetének vázlatja. Az ősi állapotban (A+B) a Balaton medencéjének déli oldalán változó vízmélységű, partszakaszonként különböző kiterjedésű növényzettel tarkított árterület, a Berek húzódot. Ez a rész a halfauna szempontjából jelenleg nincs összefüggésben a Balatonnal. Lecsapolásával a tó legértékesebb halbölcsője és táplálékutánpótló területe veszett el; kitűnő ivóhelyein ikrázhattak az idősebb süllők, ott találta meg eszményi tápláléksorozatát az ivadék és a sekélyebb víz nyújtotta bőséges haltaplálékon fejlődhetek a fiatalabb példányok. Jelenleg a fogassüllő összes korosztálya a medencébe (A) „szorul”. Ez a terület az ivadéknak és a fiatalabb korosztályoknak (800–1000 g test-súly alatt) a Bereknél lényegesen rosszabb életkörülményeket biztosít. A mélyebbvízű medencében a küsz és a fogassüllő élőhelye szétvált és ezért a régi viszonyokkal ellentétben, a 800 g alatti balatoni süllőknél is, súlyos táplálékhiány mutatkozik.

Der einstmals bestandene Nahrungsreichtum, der sich den Zanderjungen in den Überschwemmungsgebieten bot, bedeutet einen entscheidenden Unterschied gegenüber der heutigen Lage. Dort konnte die Zanderjungbrut ihre Umwandlung zum Raubfisch an einer ganzen Serie von, ab Ende April bis Anfang Juli laichenden Cypriniden betätigen. Bis in die Sommermitte hinein konnte sie fortlaufend zarte zur Nahrung verwendbare Fischbrut finden, so daß ihr das Beginnen des Fischraubes keine Schwierigkeiten bedeutete. Sie konnte ihre Raublust vorerst an Plötzen (*Rutilus rutilus* L.)-Jungen beginnend betätigen, sodann auf Brassenjunge (*Abramis brama* L.), Güster (*Blicca*

*björkna* L.) übergehen und sie an Karpfenjungen (*Cyprinus carpio* L.) und Ukeleien (*Alburnus alburnus* L.) weiter üben.

Nebst den genannten war sicherlich auch die Jungbrut des auch heute die Hauptnahrung des Zanders ausmachenden Kaulbarsches vorhanden.

Im heutigen Balaton fällt die Laichzeit der Plötze mit jener des Zanders zusammen, so kann diese Art als Jungbrutnahrung für den Zander nicht in Betracht kommen. (In den frühzeitig sich erwärmenden Randgewässern des alten Balaton haben die wohlgenährten, größeren Zander, den heutigen älteren Exemplaren ähnlich, schon Ende März — Anfang April abgelaicht, während jetzt sich die Laichperiode wegen der kleinkörperigen Rogner bis Ende April hinzieht.) Die Zanderjungbrut kann bei der im Balaton ihr gebotenen spärlichen Nahrung ihre, zum Fischraub geeignete Körpergröße (25—30 mm) bis zur Laichzeit der Brassen nicht erreichen. Güster und Karpfen haben ihre Laichplätze verloren, also kann auch deren Brut der fischräuberischen Zanderjungbrut nicht zur Nahrung dienen. Ukelei wäre, was ihre Abweichzeit anbelangt, für die Zanderjungen geeignet; da sie jedoch ihre Eier auf Algenbündel der Ufersteine ablegt, lebt ihre Nachkommenschaft weit ab vom Seegrund, dem gewöhnlichen Aufenthaltsort des Zanders. Von den früheren Möglichkeiten, der Zanderjungbrut zur Nahrung zu dienen, verbleibt also bloß die Brut des Kaulbarsches übrig; diese kann jedoch anscheinend den Nahrungsbedarf nicht decken. Als ergänzende Nebennahrung können wir die Jungbrut des Wolgazanders sowie die in der Entwicklung zurückgebliebene eigene Zanderjungbrut einreihen. Von diesem, auf ein derartig ärmliches Nahrungsangebot angewiesenen Jungbrutbestand gehen jährlich ungeheuerliche Mengen zugrunde. In der *Tabelle 1* führen wir die früheren und jetzigen Ernährungsmöglichkeiten der Jungbrut des Balaton-Zanders vor.

Für die älteren Altersklassen des Balaton-Zanders leiten wir den Nahrungsmangel ebenfalls aus der Entwässerung der Überschwemmungsgebiete ab bzw. führen wir diesen darauf zurück. Die damals aus mehreren Fischarten bestandene Hauptnahrung des Zanders reduziert sich heute auf den Kaulbarsch allein. Im seichten Wasser der Überflutungsgebiete lebte der Zander mit der in großen Massen vorkommenden Ukelei (*Alburnus alburnus* L.), mit dem die Uferzone bevorzugenden Barsch (*Perca fluviatilis* L.), der Plötze (*Rutilus rutilus* L.), dem Bitterling (*Rhodeus sericeus amarus* BLOCH) und mit den heranwachsenden Jungen der Weißfischarten zusammen.

Die Ukelei hält sich, als echter Oberflächenfisch im heutigen Balaton mehr an der Wasseroberfläche auf. Der Lebensort des Zanders dagegen ist die Bodenregion. Also sind diese beiden Fischarten durch eine 1,5—2 m dicke Wasserschicht von einander getrennt. Plötze, Barsch und Bitterling leben im, dem Zander ungünstigen Laichkrautgürtel, oder ziehen sich in die Röhrichte zurück. Die einsommerige Weißfischbrut hält sich, wie die Ukelei ebenfalls in den oberen Wasserschichten auf, demnach kann sich der Zander auch diese Nahrung nicht nutzbar machen. In nennenswerteren Mengen verzehrt der Balaton-Zander die Ukelei bloß, wenn die Schwärme sich im Winter in Grundnähe verziehen. Auf dieses winterliche Niedersteigen der Fischarten in Bodennähe kann auch die im Winter abwechslungsreichere Artenzusammensetzung der Zandernahrung zurückgeführt werden (WOYNÁROVICH 1959). Dafür hindert wieder die durch die Temperatur beeinflusste Verlangsamung der Verdauungsprozesse im Winter die Ausnützbarkeit der auf diese Periode entfallenden reichlicher gebotenen Nahrung (MOLNÁR und TÖLG 1961). Aus diesem Grunde

Tabelle 1 — 1. táblázat

Nahrungsorganismen der Jungbrut des Balaton-Zanders früher und heute  
Fogasivadék tápláléka a Balatonban, egykor és ma

Nahrungsorganismen	Früher	Heute	Ernährungsperiode	Bemerkung
bis 0,5 mm Nauplius u. Copepodit-Larven	genügend	genügend		
bis 1,5 mm Copepoden u. winzige Cladoceren	genügend	genügend	Plankton-verzehrer	Im »berek« massenhaft <i>Daphnia magna</i> ; Plankton in der Größe von <i>D. pulex</i> ist im heutigen Balaton durch <i>Leptodora</i> allein vertreten
5—10 mm (größere) Cladoceren	genügend	wenig	Übergangsstadium	
5—20 mm Insektenlarven	genügend	wenig	Übergangsstadium	Verlust des Reichtums an Insektenlarven des »berek«; die spärliche Bodenfauna des heutigen Balaton wird durch die Zanderjungbrut kaum verwertet
10—40 mm Jungbrut v. Fischen	genügend in der ?	wenig Nahrung: als Neben-Nahrung	Fischräuber	Früher auf 4—6 Nahrungsfische gegründeter Fischraub (große »Massen bildende Cypripiniden«); heute mit wechselndem Erfolg ablaichende Perciden bilden eine ungewisse Nahrungsbasis
Zander*	kam vor	keine		
Plötze	kam vor	keine		
Brassen	kam vor	Hauptnahrung		
Karpfen	?	Nebennahrung		
Kaulbarsch	kam vor	keine		
Wolgzander**				
Ukelei				
Insgesamt:	fortlaufend	mangelhaft		

\* In der Reihenfolge des Ablai chens aufgezählt.

\*\* Zeitpunkt der Erscheinung im Balaton nicht aufgeklärt.

Die 1. Rubrik enthält die für eutrophen Seen, somit auch für die alten Moorwiesen- (»berek«) Gewässer des Balaton kennzeichnende Nahrungsserie. Den, die fortlaufende Größensteigerung sichernden wirbellosen Nahrungsorganismen folgen ab Ende April bis Mitte Juli ablaichende Fischarten. Diese gewähren der Zanderjungbrut gesicherte Möglichkeiten auf den Fischraub überzuwechseln. Rubrik 2 zeigt die wahrscheinlichsten Ernährungsverhältnisse der Zanderjungbrut im, mit den alten Moorwiesen- (»berek«) Gewässern zusammenhängenden Balaton, während Rubrik 3 den gegenwärtigen Zustand wiedergibt.

1. táblázat. Az 1. oszlop a sekély eutróf tavakra, így a Balaton régi berekvizeire is jellemző tápláléksort tartalmazza. A folyamatos nagyságemelkedést biztosító gerinctelen táplálékszervezeteket az április végétől, július közepéig ívó halfajok követik. Ezek a süllőivadéknak biztos lehetőséget nyújtanak a halragadozás sikeres megkezdésére. A 2. oszlop a régi berekvizekkel összefüggő Balaton valószínű süllőivadék táplálkozási viszonyait, míg a 3. oszlop a jelenlegi helyzetet mutatja.

Tabelle 2 — 2. táblázat

Nahrungsorganismen der unter 1000 g schweren Zander im Balaton früher und heute  
1000 g.-nál nem nehezebb fogasok tápláléka a Balatonban, egykor és ma

Nahrungsfische	Früher	Heute	Bemerkung
Kaulbarsch*	kam vor**	63,8%	Anstatt der abwechslungsreichen Fischfauna des »berek« ist die Hauptnahrung, heute auf den Kaulbarsch beschränkt
Ukelei	Hauptnahrung	17,2%	Im 3—4 m tiefen Balatonbecken liegen die Lebensräume von Ukelei und Zander einander fern
Zander	?	7,8%	Ausgedehnter Kannibalismus ist heute eine Folge naturwidriger Faktoren
Brassen	kam vor	7,2%	—
Wolgazander	?	1,9%	—
Ziege	kam vor		—
Blicke (Güster)	kam vor		—
Karpfen	kam vor		Hat heute im B. keine Laichplätze daher als Nahrungsfisch unbedeutend
Barsch	Hauptnahrung		Konnte als Fisch der Uferregion im »berek« wichtige Zandernahrung bedeuten (z. B. See von Velence)
Plötze	Hauptnahrung	2,1%	In den seichten Zandergewässern sehr bedeutender Nahrungsfisch (z. B. See von Velence)
Bitterling	kam vor		Große Schwärme bildender, kleiner Nahrungsfisch der Uferzone; lebt heute in den Röhrichten
Schmerlenarten	kamen vor		Sind Sumpfbewohner, daher heute nicht von Bedeutung
Gründling	kam vor		Lebt auch heute zusammen mit dem Zander, doch wird von diesem selten verzehrt
Hecht	kam vor		
Insgesamt:	reichlich	wenig und abwechslungsarm	

\* in der derzeitigen Häufigkeits Reihenfolge

\*\* Angaben von WOYNÁROVICH (1959)

vermag der Zander die winterliche Nahrungsfülle bloß recht wenig auszunützen. In den, vom Gesichtspunkt des Wachstums betrachtet wichtigsten Zeitperioden, das heißt in den Perioden des Frühjahrs, Sommers und Frühherbstes (also den wärmeren Zeiten) muß der Zander hungern. Trotz seines Hungers verzehrt ein Zander von weniger als 800 g Körpergewicht zwei-sömmerige Brassen, — obwohl ihr Lebensraum derselbe ist, — nur vereinzelt. Es ist anzunehmen, daß kleinere Exemplare des Zanders der bezüglich der gestreckten Form seines Nahrungsfisches recht wählerisch ist, auf diesen, ansonsten ihm zusagenden, jedoch mit einem hohen Rücken ausgestatteten Fisch überhaupt nicht Jagd macht. (Eine ähnliche Erscheinung bildet auch das sogenannte rasche »Herauswachsen« der Karpfenbrut aus dem Zander-rachen, die man in Fischteichen beobachten kann.)

Aus den angeführten Gründen verbleibt für die Balaton Zander Individuen von weniger als 800—1000 g Körpergewicht als einzige Hauptnahrung der Kaulbarsch und dessen Brut. Unsere Untersuchungen beweisen, daß der Zander diese Nahrung auch recht gehörig ausnützt, denn ein 3—4 Jahre alter Kaulbarsch gehört im Balaton bereits zu den Seltenheiten. Der Zander hält sich vornehmlich an die Jungfische und darum erreichen davon nur wenige ein größeres Alter. In dieser Gewichtsgruppe sind für den Zander als Neben-nahrung seine eigene Brut und der Wolgazander von Bedeutung. Wir bringen die früher bestandenen und heutigen Möglichkeiten der Ernährung des, das Jungfischalter bereits überschrittenen, doch unter 1000 g schweren Balaton-Zanders in der *Tabelle 2* zur Einsicht.

Im früheren, noch von Überschwemmungsgebieten umgebenen Balaton haben sich im Falle eines entsprechend hohen Wasserstandes die Zander unter 800—1000 g, wie wir getrost annehmen können, in den seichteren Teilen aufgehalten. Dieses Gebiet gewährte, ebenso, wie der Jungbrut, auch dieser Größenklasse reichliche Nahrung. Mit dem Sinken des Wasserstandes konnten die Zander rasch wieder in das Hauptbecken zurückkehren. (Es ist bekannt, daß der Zander außerordentlich rasch ein Fallen des Wasserstandes wahrnimmt.) Bei der im Überschwemmungsgebiet reichlich und abwechslungs-voll gebotenen Nahrung konnte der Zander des alten Balaton schnell (in 3—4 Jahren) ein Körpergewicht von 1 kg erreichen und danach sich in das heutige Becken des Sees zurückziehen. Hier war ihm durch das massenhafte Vor-kommen des Kaulbarsches — ähnlich, wie dies auch für die heutigen größeren Zander der Fall ist — reichlich Nahrung zur Ausbildung eines Bestandes von

←  
*Tabelle 2.*

In der 1. Rubrik haben wir die beiden von WOYNÁROVICH (1959) durchgeführten Nahrungsuntersuchungen gefundenen Arten in der Reihenfolge der Häufigkeit ihres Vorkommens aufgezählt. Rubrik 2 zeigt die vermutlichen Verhältnisse des früheren Balatons, Rubrik 3 die Ergebnisse der heutigen Forschungen an. Bei einer Vergleichung der Rubriken 2 und 3 fällt das derzeitige häufige Vorkommen des Kaulbarsches und das geringe beziehungsweise verschwindende Vorkommen der für die seichten Zander-gewässer kennzeichnenden drei wichtigen Nahrungsfischarten (Ukelei, Plötze, Barsch).

2. táblázat. Az 1. oszlopban WOYNÁROVICH (1959) táplálékvizsgálatánál előkerült fajokat a gyakoriság sorrendjében soroltuk fel. A 2. oszlop a régi Balaton feltételezett viszonyait, a 3. pedig a mai kutatási eredményeket szemlélteti. A 2. és 3. oszlop összehasonlításakor szembevetendő a vágódurbincs mai gyakorisága és a sekély stillősvizekre jellemző három fontos táplálékhal (kűsz, göndér, sügér) csekély, illetve elenyésző előfordulása.

erster Qualität geboten. Im Gegensatz zum heutigen Balaton war der Unterschied im alten Zustand des Sees der, daß die Fischer einen Teil des Kaulbarschbestandes bereits in der Form von raschwachsenden Zandern »umgewandelt« herausfischten. Unter den gegenwärtigen Verhältnissen dagegen kann — wie wir dies bereits ausgeführt haben — nur ein geringer Bruchteil des Balaton-Zander Bestandes infolge des Nahrungsmangels die Gewichtsgrenze von 1 kg erreichen. Würde der frühere Zustand, das heißt eine Vermehrung der großen Zanderexemplare wieder hergestellt, brauchten wir uns keine Sorgen wegen einer Überbevölkerung des Balaton mit Kaulbarschen zu machen. Wir zeigen die früheren und jetzigen Ernährungsverhältnisse der über 1 kg schweren Balaton-Zander in der *Tabelle 3*.

*Tabelle 3 — 3 Táblázat*

Nahrungsfische der über 800—1000 g schweren Balaton-Zander vor der Entwässerung der »berek«-Gewässer und heute  
800—1000 g-nál súlyosabb balatoni fogások táplálékhalai a berkek lecsapolása előtt és ma

Nahrungsfische	Früher	Heute	Bemerkung
Brassen	Hauptnahrung	Hauptnahrung	Der Lebensraum der über 1 kg schweren Zander, das Hauptbecken des Balaton, hat sich seit der Entwässerung der »berek«-Gewässer nicht verändert. Der massenhaft vorkommende Brassen sichert auch heute die entsprechende Nahrungsbasis.
Kaulbarsch	Nebennahrung	Nebennahrung	
Ukelei	Nebennahrung	Nebennahrung	
andere Cypriniden	Nebennahrung	Nebennahrung	
Zusammen:	reichlich	reichlich	

*Tabelle 3* Rubrik 1 zählt die als Nahrung für die mehr als 1 kg wiegenden Zander in Betracht kommenden wichtigeren Fischarten auf. Die Rubriken 2 und 3 lassen erkennen, daß die Ernährungsverhältnisse der über 800—1000 g schweren Zander im alten, mit Überschwemmungsgebiet umsäumten und im derzeitigen Balaton dieselben geblieben sind

3. táblázat. Az 1. oszlop az 1 kg-nál nehezebb süllők táplálkozásánál szóbajövő jelentős halfajokat mutatja. A 2. és a 3. oszlop a régi árterületekkel rendelkező és a jelenlegi Balaton fogástáplálkozási viszonyainak változatlanóságát érzékelteti

Nach der Uferregulierung wurde der ganze Zanderbestand im heutigen Becken des Balaton zusammengedrängt. Damit gingen für ihn die alten Laichplätze und bedeutenderen Ernährungsgebiete verloren; notwendigerweise mußte also ein Zurückfallen des Balaton-Zander Bestandes seinen Anfang nehmen. Die als Gegenmaßregel zum Rückgang des Zanderfanges eingeführte, künstliche Erbrütung konnte den rapiden Schwund des Bestandes bloß verübergend mildern, jedoch bei der überaus stark einsetzenden Entwicklung des Kannibalismus, die verloren gegangene Ernährungsbasis nur teilweise und nicht zutügllich ersetzen.

Die verlorengegangenen Überschwemmungsgebiete des Balaton sind dem jetzigen Zustand des Sees von Velence ähnlich. Hier kann der Zander in allen seinen Größengruppen seine ideale Nahrung finden. Ebenso verhält es sich in den mit Wildfischen »verunreinigten« Fischwirtschaften. Laut den Angaben von

STEFFENS (1960) erweist sich in den Fischteichen auch deutlich die Wichtigkeit einer in genügender Menge gebotenen und in allen Lebensabschnitten ein der Körpergröße entsprechend fortlaufendes Ansteigen sichernden Zandernahrung.

Außer unseren heimatlichen Beispielen wird unsere Annahme auch durch die Beobachtung von ANTIPA unterstützt, daß die Zander des unteren Donaulaufes sich in den längs des Flußlaufes erstreckenden Seen zur Laichablage sammeln um sodann allmählich in das Bett des Stromes zurückzukehren (cit. ap. VUTSKITS 1911). Die bekanntermaßen gut wachsenden Zander der unteren Donau beginnen ihr Leben in den Überschwemmungsgebieten und wachsen dort sicherlich so lange, bis der Strom die zu ihrer Weiterentwicklung genügende Nahrung bieten kann. So mag es auch im früheren Balaton der Fall gewesen sein.

Bisher haben wir vom Standpunkt der Fischzucht aus betrachtet, die abgelösten Gebietsteile bloß als verlorengegangene Laichplätze bewertet. Eben deshalb wurden bloß auf den Gebieten des Laichschutzes und des Jungbrutnachsches Ersatzmaßnahmen und Eingriffe getroffen bzw. unternommen. Die im Laufe unserer Untersuchungen beleuchteten Gegensätze lassen jedoch erkennen, daß der Verlust der Moorwiesen (»berek«-e) auch noch andere ungünstige Auswirkungen nach sich ziehen wird, und daher weitere Maßnahmen nötig sein werden.

Die im Vorhergehenden besprochenen Nahrungsuntersuchungen weisen darauf hin, daß die Möglichkeiten einer weiteren Aufbesserung des Zanderbestandes in einer ersprießlichen Änderung der Ernährungsverhältnisse des Zanders zu suchen wären. WOYNÁROVICH hatte bereits im Jahre 1956 die Einbürgerung einiger Arten von, als vorzügliche Zandernahrung bekannten Mysidaceen vorgeschlagen, welche den vor dem Übergang zum Fischraub stehenden Jungzandern eine entsprechende Nahrung sichern würden. (Allein, da die durch ihn eingebürgerte und seitdem verbreitete *Lymnomyxis benedeni* CZERN. [WOYNÁROVICH 1953] an den Pflanzen dichter Laichkrautbestände lebt, konnte ihre Einbürgerung keine wesentlichere Abhilfe bringen; sie wies jedoch auf die Möglichkeit der Einbürgerung einer neueren, als Zandernahrung geeigneten Mysidacee hin.) Dem ersten Vorschlag WOYNÁROVICH's folgte als bald sein zweiter Plan und zwar der, den als Hauptnahrung des Zanders nord-europäischer Zandergewässer bekannten Fisch, den Stint (*Osmerus eperlanus* L.) im Balaton einzubürgern, welcher Fisch auch die Ernährungsbedürfnisse älterer Zander zur Genüge sichern würde. Die Zweckdienlichkeit seiner Vorschläge konnte damals noch nicht durch die Ergebnisse der mittlerweile angestellten, eingehenden Untersuchungen unterstützt werden; die seit 1957 vorgenommenen Zanderuntersuchungen begründen jedoch vollkommen die Zweckmäßigkeit der Vorschläge und Pläne WOYNÁROVICH's.

Offenbar können wir die vorzügliche Qualität und den ausgezeichneten Ruf unseres Zanderbestandes im alten Balaton dem glücklichen Zusammentreffen der biologischen Umstände in den, mit dem Hauptbecken zusammenhängenden Moorwiesen und im großen See selbst verdanken. Der eutrophe Ufergürtel sowie der für die großen Zander sicherlich günstige, weit ausgedehnte Balaton mußten dem Zander ein schnelles Anwachsen und die Entwicklung eines Bestandes von ausgezeichneter Qualität vereint gesichert haben. Mit der Entwässerung des Überflutungsgebietes war das »Gleichgewicht« gestört. Der Fischerei- und hydrobiologischen Forschungsarbeit bleibt es vorbehalten, die Wege einer Wiederherstellung zu finden. Die vermehrungs-

biologischen Ernährungs- und Wachstumsuntersuchungen sind bereits zu dem Punkte gelangt, daß man nebst den Eingriffen und Maßnahmen, welche den Jungfischnachschieb fördern sollen, auch an eine Verbesserung der Ernährungsverhältnisse denken könne. Im Interesse der Zanderjungbrut bieten sich hier zwei Wege. Der eine, auch leichter zu beschreitende wäre ein Vorstrecken der Jungbrut in Fischteichen. Als zweite und noch wirksamere Hilfe können wir Einbürgern von weiteren Nahrungsorganismen wählen, was jedoch bereits einen ernstlichen Eingriff in das Seeleben bedeuten würde. Selbstverständlich müßten den Akklimationsversuchen eingehende und weit-ausgedehnte biologische Forschungsarbeiten vorangehen.

Nach dem nicht wieder gutzumachenden Verlust der Überflutungsgebiete könnte man durch Einbürgerung von Nahrungsorganismen entsprechende, — wenn auch von den alten abweichende — Verhältnisse für den Balaton-Zander schaffen. Neu eingeführte Mysidaceen würden den verlorengegangenen Insektenreichtum ersetzen. Hiedurch würde dem Zander ein erfolgreicherer Fischraub erleichtert und wäre auch dem winterlichen Nahrungsmangel des zum Fischraub noch nicht übergewechselten Jungzanders abgeholfen.

Mit einer erfolgreichen Einbürgerung des Stintes (*Osmerus eperlanus* L.) wäre dem Balaton-Zander in doppelter Hinsicht geholfen. Die lange Zeit über (Mai, Juni, Juli) kleinkörperig bleibende Stint-Jungbrut bedeutete für den kleinen Zander einen vorzüglichen Nahrungsfisch und könnte die »Jungbrutproduktion der Moorwiesen (»berek«) ersetzen. An dieser Nahrung könnte auch die aus dem späteren Ablachen hervorgegangene Zanderjungbrut im zweiten, dritten Monat ihres Lebens zum Fischraub übergehen. Also würden die älteren, sich zu massenhaften Scharen zusammendrängenden Stücke des Stintes die Nahrungsbasis der heute zum Hungern verurteilten, unter 1 kg schweren erwachsenen Zander ersetzen.

Nach den durch WOYNÁROVICH vorgeschlagenen Einbürgerungen würde der Balaton vom Standpunkt der Zandernahrung nicht dem unteren Donaulauf, dem alten Balaton, dem See von Velence und nicht den Fischteichen, also den seichtwässerigen nahrungsreichen Zandergewässern ähnlich aussehen, sondern den nordeuropäischen Meeresbuchten und Flußdeltas gleichen. Die auf ein seichtes, eutrophes Wasser gegründete Nahrungsbasis würde durch die zwei wichtigsten Nahrungsorganismen der nordeuropäischen tieferen Zandergewässer ersetzt. Durch das erfolgreiche Einsetzen entsprechender Nahrungstiere kann sich ein vollständiges Gleichgewicht deshalb herausentwickeln, weil der heute bereits bestehende Laich- und Jungbrutschutz und gesicherte Jungbrutnachschieb die verlorengegangenen Laichplätze in beruhigender Weise zu ersetzen vermag. Die seit 10 Jahren erfolgreich geübte, geschützte Erbrütung von Zanderlaich wird nebst einer gründlichen Verbesserung der Ernährungsverhältnisse gewiß den alten, erstklassigen Bestand des Balaton-Zanders wiederherstellen können.

Zum Schluß möchte ich meinem Meister, dem Institutsdirektor ELEK WOYNÁROVICH für die Ermöglichung meiner, am Balaton-Zander durchgeführten Untersuchungsarbeiten, für die freundliche Überlassung seiner nicht veröffentlichten wissenschaftlichen Ergebnisse und für die im Laufe meiner Arbeiten gewährte selbstlose, lenkende Hilfe meinen innigsten Dank aussprechen. Außerdem schulde ich den Abteilungsleitern OLGA SEBESTYÉN und LAJOS FELFÖLDY sowie meinem Kollegen ERNŐ SZABÓ meinen besten Dank für ihre Mithilfe bei der Abfassung meiner Abhandlung.



### Zusammenfassung

1. Die Nahrungsuntersuchungen haben die Tatsache beleuchtet, daß die unter 800—1000 g schweren Balaton-Zander hunger leiden. Der Nahrungsmangel ist hauptsächlich im Sommer schwer und berührt auch den Jungbrut-Bestand. Infolgedessen geht alljährlich eine große Menge von Zanderjungen zugrunde. Das Wachstum der älteren Altersklassen ist sehr langsam. Wegen der abnormalen Ernährungsverhältnisse ist die qualitative Zusammensetzung des Zanderbestandes im Balaton ungünstig.

2. Die heutige ungünstige Zusammensetzung des Zanderfanges im Balaton sowie durch die Forschungsarbeiten aufgeklärten unvorteilhaften Lebensverhältnisse widersprechen dem seit langem wohlbegründeten guten Ruf des »Balaton-Fogasch«. Es muß angenommen werden, daß das Zurückfallen des Bestandes neueren Datums sein muß und daß dessen Ursache in den, in den letzten Jahrzehnten eingetretenen Veränderungen zu suchen wäre.

3. Unserer Ansicht nach liegen die Ursachen der heutigen schlechten Nahrungsverhältnisse und damit auch die qualitative Minderung des Balaton-Zander Bestandes (— deren Anzeichen sich im Hungern und in einem starken Kannibalismus äußern —) in der Veränderung, welche die Uferbildung des Sees in den Jahrzehnten um die Jahrhundertwende erfahren hat. Unsere Daten weisen darauf hin, daß der Balaton-Zander hiermit nicht bloß seine Laichplätze, sondern auch die wichtigsten Ernährungsgebiete verloren hat.

4. Der Plankton- und Insektenreichtum der, mit dem Hauptbecken des Balaton mehr oder weniger, im Frühjahr jedoch beständig in Verbindung stehenden Moorwiesen (»berek«) und Überschwemmungsgebiete ferner die Jungbrutmengen der hier ablaichenden Cypriniden hatten eine rasche Entwicklung der Zanderjungbrut sichergestellt. Im seichten Gewässer der Überflutungsgebiete lebten die an der Oberfläche lebenden Fischarten mit dem Zander zusammen und boten daher den heute hungernden, unter 800—1000 g schweren Individuen reichliche Nahrung. Mit der Uferregulierung sind diese Faktoren ausgefallen und wurde der Zander in das heutige Becken des Balaton gedrängt, wo ihm gänzlich verschiedene Ernährungsverhältnisse geboten sind.

5. Die Erleuchtung dieser verschlechterten Ernährungsverhältnisse begründet heute bereits klar die von WOYNÁROVICH im Jahre 1956 vorgeschlagenen Einbürgerungspläne (Mysidaceen, *Osmerus eperlanus* L.). Außerdem könnten die Ernährungsverhältnisse des Balatoner Zanderbestandes durch ein fischereiwirtschaftliches Vorstrecken der Jungbrut verbessert werden.

6. Durch eine erfolgreiche Einbürgerung von entsprechenden, in das Biotop des Sees hineinpassenden Zandernahrungs-Organismen würde sich der Charakter der Zanderernährung im Balaton ändern und weder dem alten, noch dem heutigen Zustand ähnlich sehen, sondern die Verhältnisse der tieferen nordeuropäischen „Zanderseen“ widerspiegeln.

7. Die seit zehn Jahren geübte künstliche Ausbrütung von Zanderlaich im Sprühraum verbunden mit einer erfolgreichen Verbesserung der Zanderernährungsverhältnisse kann gewißlich, — sofern sich nicht ein neuerer hindernder Umstand geltend macht, — die günstige Zusammensetzung des Balatoner Zanderbestandes wieder herstellen.

## LITERATUR

- ANTIPA, G. (1909): Fauna ichtiologică a României, in Acad. — Română. 1—294.
- BERG, L. S. (1948): Ryby presnych wod SSSR. *Moskau* 1—1831.
- CHOLNOKY J. (1918): A Balaton hidrográfiaja. (Hydrographie des Balaton.) — *A Balaton Tud. Tan. Eredményei*.
- DORNYAI B. (1934): A Kisbalaton összezsugorodása. — (Das Einschrumpfen des Kisbalaton.) — Különlenyomat a *Balaton Kurír*-ből.
- DZIEKONSKA, J. (1954): The feeding characteristics of a nature pike, perch and perch-pike in lake. — *Polskie Arch. Hydrob.* **2**, (15) 165—183.
- ENTZ B.—LUKACSOVICS F. (1957): Vizgálatok a téli félévben néhány balatoni hal táplálkozási, növekedési és szaporodási viszonyainak megismerésére. (Untersuchungen im Winterhalbjahre zur Kenntnis der Ernährungs-, Wachstums- und Vermehrungsverhältnisse einiger Balaton-Fische.) — *Annal. Biol. Tihany* **24**, 71—86.
- ENTZ G.—SEBESTYÉN Ö. (1940): A Balaton élete. (Das Leben des Balaton.) — *Magy. Biol. Kut. Munk.* **12**, 1—168.
- ERDŐS F. (1898): A Balaton szabályozása. (Regulierung des Balaton.) — *Magyar Mérnök és Építész Egylet Közlönye* **32**, 83—104.
- FILUK, J. (1954): Results of investigations on Perch-pike shoals of the Firth of Vistula during 1951—1952. — *Prace Morskiego Instytutu Ryb. Gdyni* **3**, 69—95.
- GRIMALSCHI, W. (1938): Über das Wachstum und die Nahrung des Zanders aus den RaseImseen. — *Bull. Sect. Scient. L'Academie Roumaine* **22**, 3. 180—187.
- JÄRNEFELT, H. (1921): Untersuchungen über die Fische und ihre Nahrung im Tuusulasee. — *Acta Soc. pro Fauna et Flora Fennica* **52**, 1—160.
- JÓZSA L. (1899): A balatonmenti területek lecsapolása, tekintettel a Balaton tó vízállásaira. (Entwässerung der Gebiete längs des Balaton, mit Berücksichtigung der Wasserstände des Balatons.) — *Magyar Mérnök és Építész Egylet Közlönye* **33**, 271—279.
- LUKÁCS K. (1932): A balatoni fogasról. (Über den Balaton-Zander.) — *Term. Tud. Közönlöny* **64**, 3.
- LUKÁCS, K. (1932): Le lac Balaton, sa pêche et sa pisciculture. — Paul Attinger S. A. *Neufchatel* 1—71.
- LUKÁCS K. (1940): A „Fogas”. — Zimmer F. *Budapest*, 1—36.
- MARRE, G. (1933): Untersuchungen über die Zander-Fischerei im Kurischen Haff. — *Z. f. Fischerei* **31**, 309—343.
- MOHR, E. (1916): Alterbestimmung und Wachstum beim Zander. — *Z. für Fischerei* **2**, 89—105.
- NEUHAUS, E. (1934): Untersuchungen über den Zander. — *Z. für Fischerei* **32**, 599—634.
- SCHIEMENZ, P. (1934): Betrachtungen über die wichtigeren Fische unserer Seenwirtschaft. — *Fischereizeitung* **37**, 648.
- STAFF, F. (1950): Ryby słodkowodne Polskie i Krajow oscientnych. — *Warszawa* 1950. 1—286.
- STANGENBERG et al. (1956): The growth and the summer food of the economically most important fishes of the Gopło lake. — *Zoologica Poloniae* **7**, 63—120.
- STEFFENS, W. (1960): Ernährung und Wachstum des jungen Zanders in Teichen. — *Z. für Fischerei* **9**, 1—161.
- TÖLG I. (1959a): Mit esznek a balatoni süllők? (Womit nähren sich die Zander des Balaton?) — *Halászat* **6**, 149.
- TÖLG I. (1959b): A balatoni fogassüllő-ivadék táplálékának vizsgálata. (Untersuchung der Nahrung der Zanderjungbrut im Balaton.) — *Annal. Biol. Tihany* **26**, 85—98.
- TSCHUGONOWA, N. I. (1931): Biologija sudaka Asowskowo morja. — *Tr. Azowskowschtschernov. eksp. vyp.* **9**, 3—170.
- VUTSKITS Gy. (1911): Újabb biológiai adatok édesvízi halainkról. (Neuere biologische Angaben über unsere Süßwasserfische.) — *Halászat* **12**, 16.
- WOYNÁROVICH, E. (1953): Vorkommen der *Lymnomyxis benedeni* Czern. im Ungarischen Donauabschnitt. — *Acta Zool.* **1**, 177—185.
- WOYNÁROVICH E. (1959): A 300—500 g súlyú (IV. osztályú) süllő táplálkozása a Balatonban. (Ernährung des 300—500 g schweren Zanders (IV. Klasse) im Balaton. — *Annal. Biol. Tihany* **26**, 101—120.

## A BALATONI FOGASSÜLLŐ TÁPLÁLÉKHIÁNYÁNAK OKA ÉS A TÁPLÁLÉK- PÓTLÁS TERVÉNEK INDOKOLÁSA

Tölgy István

### Összefoglalás

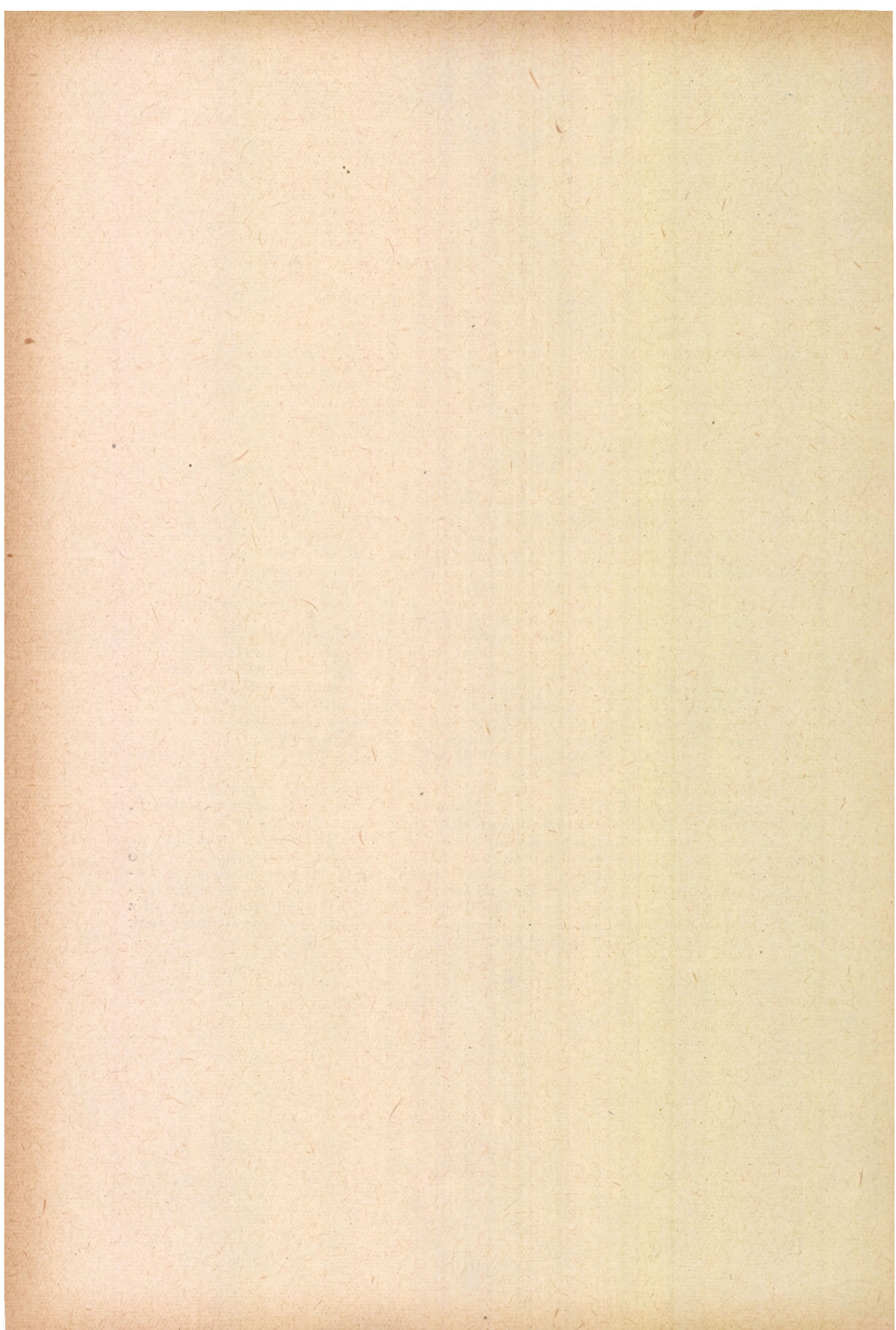
A szerző a balatoni fogassüllőn végzett táplálék-vizsgálatok (LUKÁCS 1932 a, b; ENTZ G. és SEBESTYÉN 1942; ENTZ B. és LUKACSOVICS 1957; WOYNÁROVICH 1959; TÖLG 1959 b) eredményeit összefoglalva rámutat arra, hogy a Balatonban élő süllők táplálékbazisa elégtelen. Az élelemhiány a vizsgálatok szerint főként nyáron súlyos és az ivadékállományra is kihat. A mostoha viszonyok következményeként minden évben nagyszámú süllőivadék pusztul el és a 800–1000 g testsúly alatti süllők rendkívül lassan növekszenek. Az 1 kg testsúlyt megközelítő példányoknak a tömegesen előforduló kétnyaras dévérkeszeg (*Abramis brama* L.) már megfelelő mennyiségű táplálékot biztosít. A kisebb süllők ezt a magashátú Cyprinida-t nem fogyasztják. Az 1 kg-os súlyhatárt, vagyis a megfelelő táplálékalappal rendelkező nagyságcsoportot az előző korosztályok éhezése miatt csak kevés balatoni süllő érheti el, ezért a tó süllőállományának minőségi összetétele halászati szempontból előnytelen.

A szerző kifejti, hogy a Balaton süllőállományának rossz minősége és a kutatómunkával feltárt előnytelen életkörülmények ellentmondanak a balatoni fogas rég meg-alapozott hírnevének. Ebből következtet és felveti, hogy az állományleromlás valószínűleg újkeletű és oka az elmúlt évtizedekben bekövetkezett változásokban keresendő. Feltevése szerint a balatoni fogas jelenlegi rossz életkörülményeit és ezzel az állomány minőségi elszegényesedését a tó partalakulásának századforduló körüli megváltoztatása okozta. (1., 2. ábra) Ezzel a beavatkozással a balatoni fogassüllő nemcsak ívóhelyét, hanem legfontosabb táplálkozási területeit is elvesztette.

A Balaton medencéjével főként tavasszal összeköttetésben levő régi árterületek plankton és rovarlárva gazdagsága, valamint az itt ívó Cyprinida-k ivadéktömegei biztosították a süllőivadék gyors fejlődését (1. táblázat). Az árterületek sekély vizében a felszínen és a parti övben élő halfajok (*Alburnus alburnus* L., *Rutilus rutilus* L., *Rhodeus sericeus amarus* BLOCH) együtt éltek a süllővel, így bőséges táplálékot nyújtottak a jelenleg éhező nagyságcsoportnak. A partszabályozással ezek a tényezők elvesztek és az egész süllőállomány beszorult a Balaton mai merőben más táplálkozási viszonyokat biztosító medencéjébe (2. táblázat). Itt csupán az 1 kg-nál nagyobb süllők találták meg ideális táplálkozási feltételeiket (3. táblázat).

A leromlott táplálkozási viszonyok és ezek okának felderítése a szerző szerint ma már világosan indokolja WOYNÁROVICH által javasolt Mysidacea és *Osmerus eperlanus* L. betelepítési tervet. Ezenkívül a tógazdasági süllőivadék előnevelést ajánlja.

A szerző rámutat arra, hogy a nagytestű, fenéken élő Mysidacea-k, valamint az *Osmerus eperlanus* L. sikeres betelepítésével a Balaton, süllőtáplálkozási jellegét tekintve megváltozna. Nem a sekély eutróf jellegű szelvízeken alapuló táplálékgazdagságot, hanem a mélyebb süllősvizek (pl. észak-európai kevertvízű Haff-ok) táplálékviszonyait tükrözné. A dolgozat végén kifejti, hogy a táplálkozási körülmények helyreállításával a tíz éve már sikeresen folyó permetes ikraérlelés meghozhatja a balatoni fogas állományának a régihez hasonló jóminőségű összetételét.



## PÁRHUZAMOS FEJLŐDÉSI RENDELLENESSÉG AZ ANKISTRODESMUS ÉS A SCENEDESMUS GENUSOKBAN

UHERKOVICH GÁBOR

(Szeged, Magyar Tiszakutató Állomás)

### Bevezetés

A hajtásos növények teratológiai kutatása igen értékes eredményekhez vezetett, többek között phylogenetikai vonatkozásban. Az algakutatás — mint fiatalabb botanikai kutatási ág — több területen hátrább van a hajtásos növények kutatásánál, így az algateratológia kutatási eredményei is viszonylag szerények még.

Az algák iránt, mint a növényélettani kísérletezés ideális objektumai iránt, s mint tömegesen tenyészthető és majdnem korlátlanul tekinthető szervesanyagproducens iránt az utóbbi években nagymértékben megnőtt az érdeklődés. Hazánkban is a terepgyűjtésekre alapozó algológiai kutatások mellett az algatisztatenyészetekre alapozó és inkább élettani-experimentális irányú algakutatás fokozódó jelentőségre tesz szert. Az elsősorban élettani kísérletezésre szolgáló tisztatenyészeti törzseket természetesen *gondos alak-tani-taxonómiai elemzésnek* is alá kell vetni. Két tihanyi tisztatenyésztésű algatörzs alak-tani-taxonómiai tanulmányozása során végeztem az algateratológia területére eső, alább ismertetendő megfigyeléseimet.

### A vizsgált anyag ismertetése, a vizsgálati eredmények

Az egyik vizsgált törzs az 1893. számú *Ankistrodesmus*-törzs. A Balaton vizéből, a tihanyi Kis-öböl köveiről származó algát 1957. III. 23-án izolálta FELFÖLDY és F. KALKÓ. (A törzsek eredetére, tenyésztési körülményeire vonatkozó adatokat F. KALKÓ ZSUSZA szíves közlése nyomán adom.) Az UV-be-sugárzással baktériummentesített törzset ferdeagaron tartják. (Összetételét lásd FELFÖLDY és KALKÓ, 1959.) A morfológiai vizsgálatokhoz a törzset talajfőzetet tartalmazó KNOP-PRINGSHEIM tápoldat 20 ml-ébe oltották és északi fekvésű ablakban tartották, míg a vizsgálatokhoz szükséges kellő egysűrűség ki nem alakult a tenyészetekben.

Az 1893. számú törzs algáját KORSIKOV nyomán (1953, 297—300., fig. 260.) *Ankistrodesmus angustus* BERN.-nek határoztam meg. (= *Rhaphidium angustum* BERN.; *Ankistrodesmus falcatus* var. *spiroides* ZACHAR.?). Az anyasejtek sejtfalmaradványai által összetartott, változatos alakú normális sejtjeinek jellegzetes csoportjait rajzban és mikrofotogrammon adom (1. ábra 1) A változatosan görbült, kihegyesedő orsóalakú, normális kialakulású sejtek mellett viszonylag nagyszámú (0,4—0,9% közötti gyakoriság) „három-súcsú” vagy másképpen „hasadtsúcsú”-nak nevezhető sejtegyedet találni,

azaz olyat, amelynek az egyik sejtvégén két hegyes sejtcsúcs alakult ki. Az így kialakult sejtek néhányán ez a „háromcsúcsúság” még alig jelentkezik (1. ábra 2—3), az esetek többségében azonban rendkívül markáns és egyben igen változatos morfológiai megjelenésű a „háromcsúcsú” sejtalak, miként ez a mellékelt gazdag ábraanyagból is kitűnik.

A „háromcsúcsú” *Ankistrodesmus*-sejtgyedek sokja megközelítőleg szimmetrikus kialakulású, de tökéletesen szimmetrikus példányokat mégsem lehetünk. Ez nyilván azzal függ össze, hogy ennek az alfajnak normális kialakulású sejtgyedei sem szimmetrikusak hossz tengelyük irányában.

Az *Ankistrodesmus angustus*-nak a vizsgált tenyészetben levő példányai 14—26  $\mu$  hosszúságúak a hajlott sejtek két végpontját összekötő egyenesen mérve. Lényegében u. ebbe a nagyságrendbe tartoznak a „háromcsúcsú” sejtek is, utóbbiak között azonban akad több 26—29  $\mu$  nagyságú is.

A másik vizsgált törzs a 2543. számú *Scenedesmus*-törzs, amelyet FELFÖLDY és F. KALKÓ 1957. VII. 9-én izoláltak a tihanyi Belső-tóból. Baktériummentesítése ugyancsak UV-besugárzással történt. A törzsből további szélesztéssel egyetlen sejtjéből, továbbá egy 4-es coenobiumából, valamint egy 8-as coenobiumából újbóli UV-besugárzással készült tenyészetek közül az egyetlen sejtjéből készült, 2543/1. számú törzset vettem részletesebb vizsgálat alá. (A törzs tenyészetben tartása, majd a morfológiai vizsgálatokhoz való átoltása u. olyan módon történt, mint az előbb ismertetett 1893. számú törzsnél.)

A rendkívüli mértékben polimorf *Scenedesmus* genus fajainak és fajalatti kategóriáinak meghatározása SMITH és CHODAT monográfiájának nyomán, valamint KORSIKOV határozójának megjelenése után is nehéz feladat. Így különösen nehéz a *Scenedesmus acutus*- *S. falcatus*- *S. acuminatus*-csoport tagjainak szabatos, egyértelmű taxonómiai elhatárolása, amit ráadásul nem kellően tisztázott nomenklaturális kérdések is bonyolítanak.

A 2543. tihanyi algtörzs a *Scenedesmus acutus* tágabb köréhez tartozik. A *Scenedesmus acutus* MEYEN elnevezés helyett sok szerző a *S. obliquus* (TURP.) KÜTZ. névnek adja a prioritást. Anélkül, hogy ezt a kérdést olyan részletességgel taglalnám, mint előző *Scenedesmus* tanulmányaimban (UHERKOVICH 1956, 1957), röviden a következőkre utalok: TURPIN 1828-ban megjelent leírása az *Achnanthes obliquus*-ról — amelyet azután KÜTZING sorolt be a *Scenedesmus* genusba — a maga szélsőségesen szkematizált ábrázolású egyenesállású, legömbölyített végű sejtjeivel egyetlen *Scenedesmus*-faj diagnosztizálásához sem szolgálhat kellő alapul. Viszont MEYEN 1829-ben megjelent leírása és ábrája a *Scenedesmus acutus*-ról kielégítő biztonsággal szolgálhat e faj diagnózisa alapjául. Így — ha az eredeti forrásokat ismerjük — feltétlenül a *Scenedesmus acutus* MEYEN elnevezést kell helyesnek tartanunk.

A 2543. tihanyi algtörzs egy olyan *Scenedesmus acutus*-morfotípus, amelynél a coenobium mindig alternáló felépítésű, a sejtek mérete a szokványos *S. acutus* méretnél nagyobb, t. i. 13—16  $\mu$  körüli hosszúságú, a coenobium szélső sejtjei ívesen kifelé hajlanak, a fiatalabb coenobiumok sejtjei olyan karcsúak, hogy megtévesztésig hasonlítanak a *Scenedesmus acuminatus*—*Scenedesmus falcatus* csoport taxonjainak megjelenési formáihoz. Az eddig leírt *Scenedesmus*-ok közül a *Scenedesmus acutus* f. *alternans* HORTOBÁGYI-hoz áll a legközelebb (HORTOBÁGYI, 1941), de HORTOBÁGYI leírásánál karcsúbb sejtjei vannak.

A 2453/1. tihanyi *Scenedesmus acutus forma* törzsnek a tenyésztésben a következők a morfológiai és fejlődési jellegzetességei: A tenyésztet szuszpenziójában levő összes coenobium-, illetőleg sejtegyed közül kb. 68% „monodesmoid” (egysejtű), kb. 2% tipusosan „didesmoid” (2-sejtű coenobium) és kb. 14% 4-sejtű „scenedesmoid”, ezenkívül mindig lelünk kb. 9% olyan kettős coenobiumot, amelyik láthatólag 4-es coenobiumból sejtleválással jött létre és u. ilyen eredetű, kb. 6%-nyi 3-as coenobiumot. (L. az ábraanyagot!) A coenobiumok fiatal korukban karesú sejtekből állnak és 4- vagy 2-sejtűek. A coenobium sejtjei később megtestesednek s ezzel együtt megindul a coenobiumok szétesése; csonkult coenobiumok és egyes sejtek jelzik ezt a folyamatot. Utóbbiakon le lehet olvasni, hogy coenobium széléről (ívesen hajlók) vagy a coenobium belsejéből (egyenese) származtak-e. A megfelelő méretre növekedett magányos sejtekben indul meg azután a fióccoenobiumok képzése (1. ábra 42). A coenobiumokban levő sejteknél ebben a törzsben nem észleltem fióccoenobiumképzést.

A 2543/1. számú törzsben a fentiekben ismertetett normális kialakulású sejtek mellett akadnak ritkán (0,02—0,04%-es gyakorisággal) rendellenes alakulású „háromcsúcsú” sejtek. Ilyeneket olykor a coenobium belsejében levő sejtek között is láthatunk (1. ábra 43), de többnyire a magányos sejtek közül tűnnek elő. A coenobiumbelseji „háromcsúcsú” sejtek mindig pontosan szimmetrikusan alakultak, az egyik végükön levő 2 sejtnyúlvány egymásközt azonos kifejlődésű (1. ábra 43). Ilyen kialakulási sejtesúcs magányos sejtnek is előfordul (1. ábra 44), de ezeknél a nem teljesen szimmetrikus kettős sejtesúcs kialakulás gyakoribb (1. ábra 45—48). Itt is nyilván arról van szó, hogy amennyiben eleve is hosszában nem szimmetrikus sejt, tehát a coenobium széléről való, hajlott sejt alakít ki az egyik végén 2 sejtesúcsot, az ilyen rendellenes sejtalakulás sem lesz szimmetrikus.

Az észlelt háromcsúcsú *Scenedesmus*-sejtek egy pyrenoiddal rendelkeznek, belső sejtfelépítésük nem különbözik a normális sejtektől, bár néha a szintest plazmolizált állapotúnak tűnik a többi sejthez képest (1. ábra 48).

A határozottan háromcsúcsúvá fejlődött rendellenes sejtek mellett még ritkábban zömök, már majdnem amorfi, de azért még mindig a „háromcsúcsú” alaponstruktúráját mutató sejtek is akadnak (1. ábra 49—50).

### A vizsgálati eredmények megbeszélése és összefoglalása

A jelen vizsgálatok tárgyává tett *Ankistrodesmus* a Chlorococcales zöldmoszatordő Oocystaceae családjához, a *Scenedesmus* u. ezen ordó Scenedesmacaeae családjához tartozik (SMITH 1933, FORT 1959). A két családot — az ordó több más családjával együtt — ma már megfelelő filogenetikai biztonsággal tudjuk kezelni. Ez a két család egymással szoros párhuzamban fejlődött, sok közös organizációs bélyeggel rendelkeznek és egymással kétségtelenül igen közeli rokonságban van (UHERKOVICH 1959). Így a vizsgált két nemzettségben észlelt, azonos jellegű sejtalakulási rendellenesség is bizonyos joggal párhuzamos morfozisznak tekinthető.

Felmerül a kérdés, hogy ennek a fentiekben bemutatott sejtalakulási rendellenességnek — az orsóalakú sejtek „háromcsúcsúvá” válásának — van-e valami kapcsolata a Chlorococcales ordó egyéb nemzetségeinek morfológiájával, azok szokványosnak, preponderánsnak tekinthető sejt morfológiájával?

Az *Ankistrodesmus*-nak igen közeli rokona, a vele egy családba tartozó alganemzetség, a *Cerasterias* egyik faja, a *C. irregulare* G. M. SMITH (vö. SMITH 1933, 514) hasonlatossága szinte megtévesztő a „háromcsúcsú” vagy „hasadtsúcsú” *Ankistrodesmus*-sejthez. A *Cerasterias irregulare*-nál szabálytalanul görbült 3 nyúlvány van, a sejt sohasem teljesen szimmetrikus felépítésű, miként az SMITH ábrájából (l. c., fig. 357) jól kitűnik. Ugyancsak a „háromcsúcsú” sejt típusát mutatja, de az előbbi példánál már határozottabban háromsugarúvá merevedett formában a *Tetraëdron triappendiculatum* (BERN.) WILLE és a *Tetraëdron bifidum* (TURNER) WILLE, továbbá a *Tetraëdron trigonum* (NAEG.) HANSG. néhány formája is.

A felsorolt példák az *Ankistrodesmus* legközelebbi rokonsági körére vonatkoznak, de a hivatkozott rokonsági kör a *Scenedesmus* genustól sem áll távol.

Az eddig felsorolt példákban a külső alaktani hasonlósággal párhuzamosan sejtszerveződésbeli és szaporodásbeli megegyezések egész sora is fennáll. Az eddig felsorolt szervezetek egy fejlődéstörténetileg fiatalabb organizációs szinten, az aplanó-(autó)-spórás szaporodás szintjén vannak (UHERKOVICH 1959). A „háromcsúcsú” vagy „hasadtsúcsú” sejt típusát a Chlorococcales ordó ősiabb organizációs szintjén levő szervezetek néhányánál ugyancsak elég típusos kifejlődésében fellelhetjük. Így pl. több *Sorastrum*-fajnál; de a „hasadtsúcsúság” — zömökebb sejtalakkal társulva — lényegében több *Pediastrum*-fajnak is szembeötlő külső morfológiai bélyege.

Felemlíthető még, hogy a „hasadtsúcsúság” mint sejtalakulási „tendencia”, nemcsak kettős sejtsúcsot eredményez, hanem a sejtsúcs gazdagabb tagozódásához vezethet, miként azt egyes *Tetraëdron* fajoknál, legszélsőségesebb kialakulásában pedig a *Thamniastrum cruciatum* REINSCH-nél láthatjuk.

A Chlorococcales zöldmoszatordőben a legősibb gömbalak (*Chlorella*-típus) mellett nagyon gyakori sejtalak az ellipszoid-alak, valamint a különböző mértékben megnyúlt orsóalak. Ugyanakkor — anélkül, hogy a fentebb felsorolt példákból túlságosan messzemenő következtetéseket kívánnánk levonni — megállapítható, hogy az ordóban különböző pontokon jelentkezik az eredeti orsóalaknak „háromcsúcsúvá” vagy „hasadtsúcsúvá” való átfurmálódása. Genetikailag rögzülten specifikus vagy — egyéb bélyegekkel együtt — generikus bélyeggé vált az ismertett taxonoknál. Viszont normális körülmények közötti orsóalakú sejteknél — miként az általunk vizsgált *Ankistrodesmus* és *Scenedesmus* esetében — teratológias jellegként mutatkozik.

A részletes morfológiai körülírás után a teratómák értelmezését is meg szokták kísérelni. A rendellenes alakulások jelentős számát atavisztikus jellegűnek értelmezik és a filogenetikai rendszerezésben ebben az értelmezésben használják fel. A jelen dolgozatban vizsgált sejtalakulási rendellenességek viszont atavisztikus jellegűeknek semmiképpen nem értelmezhetők, hiszen nyilvánvaló, hogy sem az *Ankistrodesmus*, sem *Scenedesmus* orsós sejtalakja nem vezethető le a differenciáltabb „háromcsúcsú” sejtalakból. Feltételezhető, hogy itt a fordítottjáról van szó, t. i. arról, hogy a Chlorococcales ordóban több ponton jelentkező és egyes helyeken genetikailag már rögzült sejtalakulás az *Ankistrodesmus* és *Scenedesmus* genusoknál elsődlegesen, bizonyos értelemben „előremutató jelleggel” jelentkezik rendellenes alakulásként. És ennek a fejlődési vonalnak, amelyet az *Ankistrodesmus* rendellenes alakulása jelez, genetikailag rögzült első állomása a *Cerasterias irregulare* lehet.



Az a kérdés is felmerülhet, hogy hogyan jön létre a „háromcsúcsú” sejt, mi az ilyen sejtalak létrejöttének biomechanizmusa? ERRE McMILLAN (1957) kísérli meg tenyészkísérleteinek tanulságai alapján a válaszadást az *Ankistrodesmus* viszonylatában. Megállapítja, hogy a normálistól eltérő leggyakoribb sejtalakulás a „triangularis” sejt. Úgy véli, hogy ezek egy része a cytokinesis részbeni gátlásából eredhet, de sok nyilván úgy ered, hogy a leánysejtek képzésénél az egyik sejt benyomja a másik falát, azaz kényszeralakulás jön létre és ez a sejtfalalakulás azután az anyasejtből kiszabadult sejtnél megmarad. Az anyasejt csúcsi részében képződő sejtek McMILLAN szerint gyakran „triangularisak”. A „triangularis” sejtek utódai többségükben normális típusúak, bár közülük némelyik megtartja a rendellenes sejtalakját, ez azonban nem genetikai okokból történik, hanem azért, mert ezekben az esetekben a képződött leánysejt az anyasejt „háromcsúcsú” falának nyomódva képlékenységénél fogva annak alakját veheti fel.

Az a saját megfigyelésem, hogy ha normális sejtszámú *Scenedesmus-coenobium*ban „háromcsúcsú” sejt észlelhető, arra utal, hogy az ilyen sejt itt nem megzavart lefolyású sejtosztódás hatására, hanem biomechanikai hatásra, a sejtet fiatal állapotában, az anyasejtben ért nyomás eredményeként alakult. Amikor fejtegetéseinkben orsóalakú sejtek „háromcsúcsúvá” válásának „tendenciájáról” beszélünk, ezen — a fentiek értelmében — nem valami „belső erők” által irányított morfogenezist értünk, hanem azt a tényleges helyzetet regisztráljuk, hogy orsóalakú sejteknél különböző rendszertani csoportokban előállhat a „háromcsúcsúvá” formálódott sejt, sajátos, jellemző biomechanikai hatásokra.

Szembeötlő, hogy a rendellenes sejtalakulás a Chlorophyceae-nél gyakoribb, mint más algacsoportokban, miként ezt HORTOBÁGYI (1956) is kimutatta természetesen vizekből származó gyűjtési mintáiból. HORTOBÁGYI megállapításait, hogy ti. ez a Chlorophyceae filogenetikailag viszonylag fiatalabb kialakulásával magyarázható, a magam részéről a Chlorophyceae osztály fejlődéstörténetileg valóban fiatalabb csoportjára, a Chlorococcales ordóra korlátoznám.

Összefoglalva tehát azt mondhatjuk, hogy az orsós sejtalakú *Ankistrodesmus*-nál és *Scenedesmus*-nál teratológias jellegként az egyik sejtvégen a kétescsúság, általunk „háromcsúcsú”-nak vagy „hasadtescsúcsú”-nak nevezett sejtalakulás jelentkezik, amely a Chlorococcales ordóban több helyütt megmutatkozó morfológiai bélyeg, párhuzamosan jelentkező sajátosság.

#### IRODALOM

- CHODAT, R. (1926): *Scenedesmus*. Étude de génétique, de systematique expérimentale et d'hydrobiologique. *Revue d'Hydrologie*, **3**, 71—258.
- FELFÖLDY, L. J. M.—Zs. F. KALKÓ (1959): Some methodical observations on the use of antibiotics for preparing bacteria-free algal cultures. *Acta Biol. Acad. Scienc. Hung.* **10**, 95—99.
- FOTT, B. (1959): *Algenkunde*. pp. 1—482. *Jena*.
- HORTOBÁGYI T. (1941): Újabb adatok a Tisza Nagyfa-holtága fitoplanktonjának kvalitatív vizsgálatához. I. *Bot. Közl.*, **33**, 151—170.
- HORTOBÁGYI, T. (1956): Algenteratologien im Seston des Balaton und ihre entwicklungs-geschichtlichen Beziehungen. *Acta Biol. Acad. Scienc. Hung.*, **6**, 203—213.
- KORSIKOV, O. A. (1953): *Protococcineae*, in: *Viznaesik prisznovodnih vodorosztej Ukrain-szkoj* R. C. R. Tom. 5. *Kiev*.

- McMILLAN, R. (1957): Morphogenesis and polymorphism of *Ankistrodesmus* spp. *Journ. of Gen. Microbiol.* **17**, 658—677.
- SMITH, G. M. (1916): A monograph of the algal genus *Scenedesmus*, based upon pure culture studies. *Transact. Wisconsin Acad.* **18**, 422—530, tab. 25—33.
- SMITH, G. M. (1933): The fresh-water algae of the United States. pp. 1—716. *New York—London.*
- UHERKOVICH, G. (1956): Adatok a *Scenedesmus*ok magyarországi előfordulásának ismeretéhez. *Pécsi Ped. Főisk. Évkönyve* **1**, 227—246.
- UHERKOVICH, G. (1957): A *Scenedesmus* nemzetség (Chlorophyceae) különös tekintettel a hazai előfordulásokra. pp. 1—253, I—XXV. (Monographia in man.)
- UHERKOVICH, G. (1959): A Chlorococcales (Protococcales) zöldmoszatordó tagozódásának főbb vonalai. *Biol. Közl.* **7**, 121—126.

PARALLELE IRREGULARITÄT IN DER ENTWICKLUNG DER GENERA  
*ANKISTRODESMUS* UND *SCENEDESMUS*

G. Uherkovich

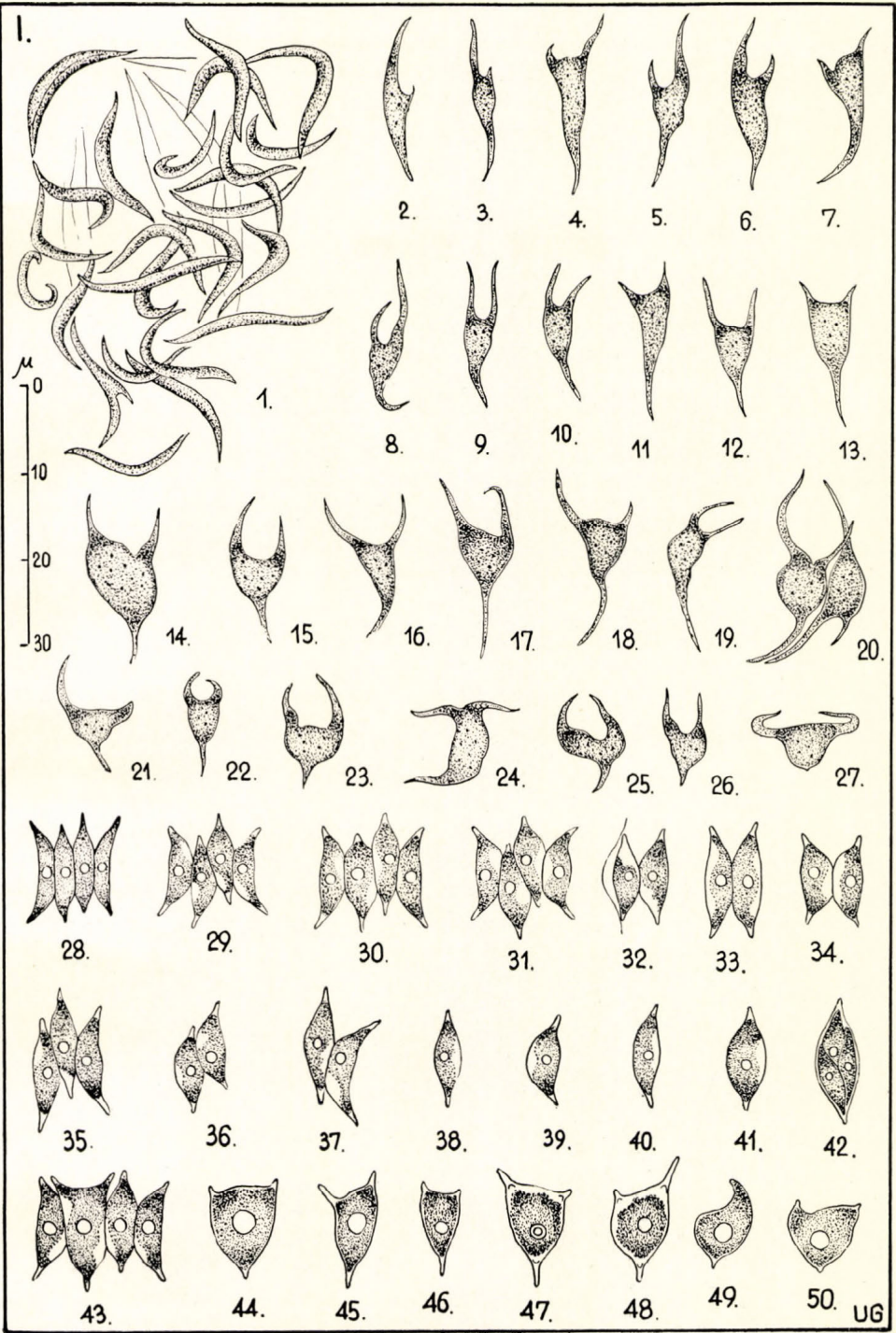
Biologische Station für Tiszaforschung, Szeged

Zusammenfassung

Verfasser berichtet in der vorliegenden Abhandlung über, unter den durch L. FELDŐDY und F. KALKÓ (Biologisches Forschungsinstitut zu Tihany) isolierten Reinzuchten von Algenstämmen bei den Stämmen *Ankistrodesmus angustus* BERN. Nr. 1893 und *Scenedesmus acutus* MEYEN Nr. 2543 beobachteten, als parallel anzusehende Teratomen. Er fand bei dem ersteren Stamm »Dreispitzen-« oder »Spaltspitzen-Zellen« mit einer Häufigkeit von 0,2—0,4%, bei dem letzteren mit einer solchen von 0,02—0,04%.

Verfasser führt aus, daß die »Dreispitzen-Zellen« Bildung sich in der Ordnung der Chlorococcales als ein, sich an mehreren Punkten zeigendes, genetisch-taxonomisch ständiges morphologisches Merkmal darstellt. Im Falle von *Ankistrodesmus* und *Scenedesmus* trägt dieses teratologische Merkmal keinen atavistischen Charakter, sondern ist eher von einer »vorausweisenden« Art. *Cerasteria irregulare* kann als erste, genetisch festgelegte Station jener Entwicklungslinie angesehen werden, welche durch diese irreguläre Bildung angedeutet wird.

Die Versuchsergebnisse McMILLAN's (1957) geben eine Erklärung des Bio-mechanismusses der »Dreispitzen-Zellen-Bildung«. In einer, entwicklungsgeschichtlich jüngeren Ordnung der Chlorophyceae, in den Chlorococcales finden sich irreguläre Bildungen häufiger.



1. tábla. *Ankistrodesmus angustus* = 1. Normális kialakulású sejtek csoportja egy „háromcsúcsú” sejttel. 2–27. Különböző kialakulású „háromcsúcsú” sejtek.

*Scenedesmus acutus forma* = 28. Karcsú sejtekből álló fiatal coenobium. 29–31. Négyes coenobiumok. 32. Kettes coenobium az anyasejt falának maradványával. 33–34. Kettős coenobiumok. 38–41. Coenobiumról levált egyes sejtek. 42. Fiók-coenobium-képzés magányos sejtben. 43. Négyes coenobium „háromcsúcsú” sejttel. 44–48. Különböző kialakulású „háromcsúcsú” sejtek. 49–50. Majdnem amorph, de még mindig „háromcsúcsú” alapkonstrukciójú sejtek.

Tafel 1. *Ankistrodesmus angustus* = 1. Gruppe normal gebildeter Zellen, mit einer »Dreispitzen«-Zelle. 2.–27. Verschiedentlich gebildete »Dreispitzen«-Zellen.

*Scenedesmus acutus forma* = 28. Junges, aus schlanken Zellen bestehendes Coenobium. 29.–31. Vier-zellige Coenobien. 32. Zwei-zelliges Coenobium mit Resten der Wand der Mutterzelle. 33.–34. Zwei-zellige Coenobien. 38.–41. Vom Coenobium abgelöste einzelne Zellen. 42. Coenobien-Neubildung mit einer »Dreispitzen«-Zelle. 44.–48. »Dreispitzen«-Zellen verschiedener Gestaltung. 49.–50. Fast amorphe Zellen mit einer »Dreispitzen«-Grundkonstruktion.



1.



2.



3.



4.



5.



6.



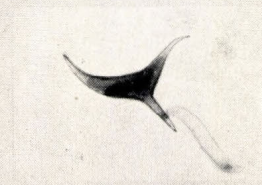
7.



8.



9.



10.



11.

UG

2. tábla. *Scenedesmus acutus forma = 1*. A tenyészet áttekintő képe (150 ×). 2–3. Magányos sejtek mellett karesú sejtekből álló fiatal coenobiumok (750 ×). 4. Tenyészet képe erősebb nagyítással (750 ×).

*Ankistrodesmus angustus = 5.–8.* Normális sejtek csoportjai, bennük „háromcsúcsú” sejtek (750 ×). 9.–10. Magányos „háromcsúcsú” sejt. 11. Normális sejtek csoportja „háromcsúcsú” sejttel.

Tafel 2. *Scenedesmus acutus forma = 1*. Übersichtliches Bild der Zucht (150 ×). 2.–3. Nebst einzelnen Zellen aus schlanken Zellen bestehende junge Coenobien (750 ×). 4. Bild der Zucht in stärkerer Vergrößerung. (750 ×).

*Ankistrodesmus angustus = 5.* Gruppen normaler Zellen, darin »Dreispitzen«-Zellen (750 X). 9.–10. Einzelne »Dreispitzen«-Zellen. 11. Gruppe normaler Zellen mit «Dreispitzen«-Zelle.

**BEITRÄGE ZUR KENNTNIS DER STREUBEWOHNENDEN  
MIKROFAUNA DES ASZÓFŐER WALDES SOWIE ZUR ANABIOSE  
DIESER MIKROFAUNA**

L. VARGA (Sopron)

Eingegangen am 15. März 1961

In der Arbeitsgemeinschaft, die von dem Biologischen Institut in Tihany für die biologische Untersuchung des Aszófőer-Baches im Jahre 1952 organisiert wurde, sammelte ich auch eine Probe aus der Waldstreu des dortigen Waldes ein. Dieser Waldteil liegt NW von Aszófő im Bett und Abhängen des Baches, etwa 1200 m vom Dorf entfernt. Er ist ein Mischwald und besteht aus Eiche, Esche und Ahorn. Der Bestand war geschlossen, etwa 35 Jahre alt. Der Boden ist alluvial, aus Schutt bestehend. Die Streuschicht war während der Probeentnahme (26. März. 1953) etwa 4—5 cm dick: Förna und Vermoderungsschicht waren gut trennbar. Führt der Bach ein Hochwasser, so wird der große Teil der Streuschicht fortgeschwemmt. Dadurch ist es möglich, daß die streubewohnende aquatile Mikrofauna teilweise in die etwa 3 km liegende Bucht des Balaton-Sees eingeschleppt werden kann.

Die Streuschicht war bei der Entnahme der Proben lufttrocken. Diese wurden in einem dichten Leinwandsäckchen nach Hause gebracht. Ein Teil davon wurde am 7. April 1953 in 2 PETRI-Schalen (je 10—10 g) mit sterilem destilliertem Wasser (je 30—30 g) übergossen. Nach 24 Stunden wurden die aus der Anabiose erwachten Individuen der einzelnen systematischen Gruppen in mikroskopischen Präparaten direkt abgezählt. Zu einem mikroskopischen Präparat wurde immer 0,1 ml Flüssigkeitsmenge mit stark saugender Pipette aus verschiedenen Stellen des Materials aufgesaugt. Von 4—5 mikroskopischen Präparaten wurden dann die Mittelwerte berechnet.

Es wurden im Durchschnitt die folgenden Individuenzahlen in 0,1 ml Flüssigkeit ermittelt (Mittelwerte aus 4 Präparaten):

Flagellata .....	440
Amoebina .....	56
Testacea .....	63
Ciliata .....	182
Nematoda .....	54
Rotatoria .....	33
Tardigrada .....	3

Zusammen 731

Die Mikrofauna der untersuchten Waldstreu ist demnach sehr reich. In der Gesamtzahl nehmen die kleinen, 5—30  $\mu$  großen Flagellaten den Haupt-

teil ein. Ihnen folgen die Ziliaten und Testaceen. Die Zahl der Nematoden und Rotatorien kann als ziemlich hoch betrachtet werden.

Der pH-Wert der Flüssigkeit wurde ebenfalls nach 24 Stunden kolorimetrisch ermittelt. Er betrug 5,2 und blieb mit unbedeutenden Schwankungen auch nach 10 Monaten um diesen Wert.

Gleich nach der Abzählung der Individuen begann die Determinierung der einzelnen Arten. Es wurden die Amoebinen, Testaceen, Ziliaten und Rotatorien bis zu den Arten berücksichtigt. Die Determinierung erfolgte meist im lebenden Zustande. Um die einzelnen Arten sicher und verlässlich identifizieren zu können, müssen freilich sehr oft auch fixierte Präparate herangezogen werden.

Wird dafür gesorgt, daß der entsprechende Wassergehalt der Kulturen beibehalten und das Material in der PETRI-Schale mit an der Gasflamme sterilisierten Präpariernadeln aufgelockert wird, so können die Kulturen 1—2 Jahre aufbewahrt und die interessanten Sukzessionen von Zeit zu Zeit beobachtet werden. In den ersten Monaten müssen aber die Kulturen öfters durchgemustert werden, wobei man sehr oft auch solche Arten findet, die früher nicht zum Vorschein gekommen waren.

Natürlich muß dafür gesorgt werden, daß bei jeder Handhabung möglichst steril gearbeitet wird und daß die PETRI-Schalen immer in der Nähe einer Gasflamme, und auch dann nur auf sehr kurze Zeit abgedeckt werden.

Von den einzelnen Gruppen konnten die folgenden Arten identifiziert werden:

### 1. Rhizopoda

#### a) Amoebina

*Amoeba fluida* GRUBER; *Amoeba proteus* (PALLAS) SCHAEFFER; *Amoeba pulverulenta* PEN.; *Amoeba radiosa* DUJ.; *Amoeba spathula* PEN.; *Amoeba spinifera* NÄGLER; *Amoeba terricola* EHRBG.; *Amoeba verrucosa* EHRBG.; *Amoeba villosa* WALLICH; *Dactylosphaerium radiosum* EHRBG.; *Pelomyxa belevskii* PEN.; *Pelomyxa fragilis* PEN.; *Vahlkampfia tachypodia* GLÄSER.

#### b) Testacea

*Assulina muscorum* GREEFF; *Centropyxis aerophila* DEFL.; *Centropyxis constricta* PEN.; *Centropyxis laevigata* PEN.; *Centropyxis minuta* DEFL.; *Cochliopodium granulatum* PEN.; *Corythion dubium* TARANEK; *Cryptodiffugia oviformis* PEN.; *Cryptodiffugia vulgaris* (FRANCÉ) VOLZ; *Diffugia craterella* FRANCÉ; *Diffugia globulus* HOPKINS; *Euglypha laevis* EHRBG.; *Heleopera picta* LEIDY; *Heleopera rosea* PEN.; *Microcorycia flava* COCKERELL; *Trinema complanatum* PEN.; *Trinema enchelys* EHRBG.; *Trinema lineare* PEN.

#### c) Heliozoa

*Actinophrys sol* EHRBG.

Aus der untersuchten Streuprobe konnten somit 13 Amoebina-, 18 Testacea- und 1 Heliozoa-Arten nachgewiesen werden. Sie sind meist euryöke und eurytope Arten, die in der Waldstreu regelmässig zu finden sind. Sehr seltene Arten sind dagegen: *Amoeba pulverulenta*, *A. villosa*, *Pelomyxa belevskii* und *P. fragilis*.



## 2. Ciliophora

*Aspidisca costata* DUJ.; *Colpidium colpoda* STEIN; *Colpoda cucullus* MÜLLER; *Colpoda fastigata* KAHL; *Colpoda steinii* MAUPAS; *Cyclidium glaucoma* MÜLLER; *Euplotes charon* MÜLLER; *Glaucoma scintillans* EHRBG.; *Halteria grandinella* MÜLLER; *Lionotus fasciola* EHRBG.; *Nassula elegans* EHRBG.; *Spathidium spathula* MÜLLER; *Stylonychia pustulata* EHRBG.; *Urostyla weissei* STEIN; *Vorticella microstoma* EHRBG.

Es konnten somit 15 Arten bestimmt werden, die im allgemeinen euryöke und eurytope, auch in dem Boden und Waldstreu regelmässig vorkommende Organismen sind.

## 3. Rotatoria

*Adineta barbata* JANSON; *Adineta gracilis* JANSON; *Adineta vaga* DAVIS; *Encentrum mustela* MILNE; *Habrotrocha bidens* GOSSE; *Habrotrocha leitgebi* ZELINKA; *Habrotrocha pusilla* BRYCE; *Habrotrocha rosa* DONNER; *Habrotrocha tridens* MILNE; *Macrotrachela aculeata* MILNE; *Macrotrachela ehrenbergi* JANSON; *Macrotrachela musculosa* MILNE; *Macrotrachela nana* BRYCE; *Macrotrachela papillosa* THOMPSON; *Macrotrachela punctata* MURRAY; *Macrotrachela quadricornifera* MILNE; *Pleuretra reticulata* MILNE; *Rotaria sordida* WESTERN.

Die Rotatorien waren durch 18 Arten vertreten. Mit Ausnahme des *Encentrum mustela* gehören alle in die Ordnung der Bdelloidea.

Die in den verschiedenen Subbiotopen des Baches vorkommenden Rotatorien kennen wir ziemlich gut; wir sammelten in dem Bach im Jahre 1953 im Frühjahr, zu Sommer und Herbst (VARGA, 1957). Unter den oben aufgezählten 18 Rotatorien sind 9 solche Arten, die auch in anderen unmittelbaren Subbiotopen des Baches vorkommen: *Adineta barbata*, *A. vaga*, *Encentrum mustela*, *Habrotrocha bidens*, *H. leitgebi*, *H. tridens*, *Macrotrachela musculosa*, *M. quadricornifera* und *Rotaria sordida*. Daraus kann geschlossen werden, daß der Bestand der Rotatorien-Fauna des Aszófőer-Baches auch aus der Waldstreu eine Bereicherung erfahren kann, und umgekehrt. Ich glaube daß auch von den anderen Gruppen der Mikrofauna der Waldstreu aussagen zu dürfen. Der ausgedehnte Wald von Aszófő beeinflußt somit auch durch seinen großen Vorrat an abgestorbenen pflanzlichen Material und durch die Lebewelt der Streu die Biocönose des Baches.

Alle Mitglieder der streubewohnenden Mikrofauna sind aquatile Organismen. Für ihr aktives Leben ist deshalb der wichtigste ökologische Faktor das Vorhandensein des flüssigen Wassers. In der Waldstreu ist aber bei unseren klimatischen Verhältnissen eben dieser Hauptfaktor ständigen Veränderungen unterworfen. Obwohl die Wasserkapazität der Laubstreu sowie die der darunterliegenden Vermoderungsschicht ziemlich groß ist, auf der Bodenoberfläche liegend verdunstet ihr Wasser rasch. Die Mikrofauna ist gezwungen ihr aktives Leben einzustellen und bei der Austrocknung der Streuschichten ebenfalls auszutrocknen, d. h. in die Anabiose zu übergehen. Das wird durch Cystenbildung (Protozoen, einzelne Rotatorien) oder durch die Abgabe fast der ganzen Körperflüssigkeit in stark zusammengeschrumpftem Zustand erreicht (die meisten Rotatorien, Nematoden, Tardigraden). Wird die Streu wieder mit Wasser durchtränkt, so erwacht die Mikrofauna wieder und setzt ihr aktives Leben fort.

Die Anabiose dieser Organismen ist schon lange bekannt (SMIDT, 1955). Wir wissen, daß eben diese Mitglieder der streubewohnenden Mikrofauna die ausgedehnte Fähigkeit besitzen bei der Austrocknung des Milieus in das latente Leben zu übergehen. Viele Beobachtungen und Versuche wurden über die Trockenresistenz von einzelnen Arten der moosbewohnenden Rotatorien, Nematoden, Tardigraden durchgeführt (näheres darüber bei LINDAU 1958). Aber über die Trockenresistenz und über das Wiederaufleben der ganzen aquatilen Population der Waldstreu wissen wir noch nichts. Von der gesamten Mikrofauna der Waldstreu wurden bisher keine Untersuchungen durchgeführt. Ich möchte deshalb über meine diesbezüglichen Beobachtungen kurz berichten.

Wie früher erwähnt wurde, sammelte ich am 26. März 1953 die Streuproben ein. Ein Teil wurde in einigen Tagen (7. April 1953) in zwei PETRI-Schalen zur Kultur eingestellt. Der andere Teil wurde in einem Schrank in dem Leinwandsäckchen bei Zimmertemperatur aufbewahrt. Am 16. Januar 1961 gab ich das lufttrockene Streumaterial in einer PETRI-Schale und befeuchtete es mit sterilem destilliertem Wasser. Ich wollte erfahren, wie die im Jahre 1953 untersuchte und bestimmte Mikrofauna der Waldstreu die fast acht Jahre dauernde Trockenheit ihres kleinen Biotops durchgehalten hatte.

24 Stunden nach der Befeuchtung konnten nur einige *Monas vulgaris* (Flagellata) beobachtet werden. Bakterien, Bazillen waren jedoch massenhaft.

Am 3. Tag erschien *Bodo celer* (Flagellata) und *Colpoda fastigata* als erstes Ziliat, Nematoden, Rotatorien, Tardigraden waren angeschwollen, aber zeigten kein Leben.

Am 4. Tag konnten in 0,1 cm<sup>3</sup> Flüssigkeit 72 Flagellaten und 19 Ziliaten abgezählt werden. Von den ersteren erschienen *Scytomonas pusilla*, *Bodo edax*, *B. celer*, von den Ziliaten *Cyclidium glaucoma*, *Colpoda cucullus* und *Glaucoma scitillans*. Sie sind hauptsächlich Bakterienfresser.

Auf den 5. Tag vermehrten sich die Flagellaten sehr stark: in 0,1 cm<sup>3</sup> Flüssigkeit waren 3240 Individuen vorhanden. Neben ihnen waren die Ziliaten nur mit 102 Individuen vertreten. An diesem Tag konnten die ersten Amöebinen (*Amoeba spathula* und *Vahlkampfia tachypodia*) beobachtet werden.

Am 6. Tag: Flagellaten 4580, Ziliaten 620 und Amöebinen 8 Individuen in 0,1 cm<sup>3</sup> Flüssigkeit.

7. Tag: Flagellata 2830, Ciliata: 680, Amöebina 32. Es erschienen auch amöeboide Formen der Mycetozoen.

8. Tag: wenige Veränderungen in der Population. Es erschienen: *Halteria grandinella*, *Euplotes charon* und *Colpidium colpoda*.

9. Tag: die Anzahl der Flagellaten geht stark zurück: 1420 Individuen und auch die der Ziliaten ist weniger geworden (330 Individuen). DieENZYSTIERUNG der Flagellaten dauert weiter an, so daß sie am 21. Tag nur mit 120 Individuen vertreten waren (meist die *Bodo*-Arten). Auch die Ziliaten beginnen sich einzuzystieren, nur *Cyclidium glaucoma* vermehrte sich enorm: an 18. Tag konnten 3300/0,1 cm<sup>3</sup> Individuen abgezählt werden. Sie beherrschten die Population. Außer ihnen waren nur *Stylonychia pustulata* und die jetzt erschienene *Lionotus fasciola* und *Vorticella microstoma* als Vertreterinnen der Ziliaten vorhanden.

Die Amöebinen vermehrten sich nicht stark. Am 11. Tag erschienen *Amoeba spinifera* und *A. radiosa*. Ihre Höchstzahl erreichten sie am 21. Tag,

als in 0,1 cm<sup>3</sup> Flüssigkeit 96 Individuen abgezählt werden konnten. Darauf begann ihreENZYSTIERUNG und ihre aktive Anzahl wurde immer weniger.

Es ist merkwürdig, daß die noch immer in Anabiose ausharrende Rotatorien und Tardigraden noch am 28. Tag keine Spuren der bakteriellen Verwesung zeigten, aber an den Nematoden konnte sie schon beobachtet werden.

Am 33. Tag nach der Befeuchtung erschienen die ersten Testazeen: die sehr kleine, 20 µ lange *Cryptodifflugia vulgaris* und am 42. Tag konnte *Euglypha laevis* beobachtet werden.

Am 42. Tag überraschten mich die ersten erwachten Rotatorien! *Habrotracha leitgebi*, *H. tridens*, *Macrotrachela quadricornifera* und *M. nana* konnten in einigen Exemplaren beobachtet werden. Sie zeigten eine sehr große Aktivität: im Herbeistrudeln der Nahrung waren sie unermüdlich, die Eierbildung war so lebhaft, daß sie sich binnen 7 Tagen (am 49. Tag) so vermehrten, daß 106 Individuen in 0,1 cm<sup>3</sup> Flüssigkeit abgezählt werden konnten. Andere Arten konnte ich nicht beobachten. *Macrotrachela papillosa*, deren geschrumpftes Tönnchen leicht erkannt werden konnte, lebte nicht wieder auf.

Die Nematoden und Tardigraden, die bekanntlich sehr lange Zeit in der Anabiose ausharren können, erwachten noch immer nicht.

Dieser Zustand war auch am 13. März, also am 57. Tag der Befeuchtung zu beobachten, als die Untersuchungen abgebrochen wurden, da in der Kultur bei der neuerlichen Vermehrung der Bakterien die Zeichen der Polysaprobie auftraten. Die Protozoen zystierten sich ein, einige Rotatorien zeigten die Tönnchenbildung und viele starben ab.

Schon 24 Stunden nach der Wiederanfeuchtung der 8 Jahre trocken liegenden Waldstreu erschienen die Bakterien massenhaft. Von diesen Mikroorganismen ist bekannt, daß sie lange Zeit dauernde Trockenresistenz besitzen. Sie dienen der neu erscheinenden Mikrofauna als Nahrung. Von den Tierchen kamen nur einige kleine *Monas*-Individuen zum Vorschein. Die Flagellaten vermehrten sich später sehr stark. Einige Ziliaten und Nacktamoeben lebten bald auf. Die Testaceen besitzen eine sehr schwache Trockenresistenz: nur 2 kleine Arten kamen wieder zum Vorschein.

Die Trockenresistenz der Rotatorien, Nematoden und Tardigraden der Moospolster ist bekanntlich sehr groß (näheres bei LINDAU 1958). Die der waldstreibewohnenden Arten ist aber nicht sehr groß: Nematoden und Tardigraden lebten nicht wieder auf. Für das sehr späte Wiederaufleben der vier Rotatorien-Arten finde ich keine Erklärung. Sind sie vielleicht aus trockenresistenten Eier zum Vorschein gelangt? Solche Eier sind aber bei den Bdelloideen nicht bekannt. Man könnte auf Infektion bei den Untersuchungen denken — obwohl unter möglichst sterilen Verhältnissen gearbeitet wurde. Es ist auch nicht denkbar, daß gerade diese vier Rädertier-Arten als Staub in die Kultur hineingelangt wären.

Die nach acht Jahren wiederauflebten Tierchen zeigten — wie früher erwähnt wurde — eine sehr große Aktivität in Beweglichkeit, Ortswechsel, Nahrungsaufnahme usw. Die Ziliaten teilten sich, viele standen in Kopulation. Diese Tierchen besitzen eine lange Trockenresistenz. Von den vor 8 Jahren beobachteten 15 Arten erschienen 11 wieder.

Die Flagellaten-Arten dürften aber keine lange Trockenresistenz besitzen. Leider bestimmte ich im Jahre 1953 die Arten dieser Tiergruppe nicht. Nach 8 Jahren kamen nur 4 Arten zum Vorschein.

Niedere Trockenresistenz zeigen die Nacktamöben. Von den früher beobachteten 13 Arten lebten nur 4 Arten wieder auf.

Überraschend ist das Verhalten der Testazeen. Man würde glauben, daß diese Tierchen ein langes Trockenliegen vertragen können. Anscheinend ist es nicht so: von den vor 8 Jahren beobachteten 18 Testazeen-Arten lebten nur 2 wieder auf.

Ebenso überraschend ist das Benehmen der Rotatorien: vor 8 Jahren waren 18 Arten vorhanden und jetzt erwachten nur 4 Arten und diese auch erst nach 6 Wochen nach der Wiederanfäuchung der Streu. Von den Adineten die in der Waldstreu immer zu beobachten sind (DONNER 1951, VARGA 1959, 1960), lebte kein einziges Exemplar wieder auf.

Vor 8 Jahren konnten insgesamt 65 Arten der Mikrofauna (mit Ausnahme der Flagellaten) beobachtet werden. Nach 8 Jahren lebten davon nur 21 Arten (32,3%) wieder auf (die 4 Flagellata-Arten nicht mitberechnet). Das 8 Jahre dauernde Trockenliegen ist für den größten Teil der Mikrofauna der Waldstreu schädlich. Wo die Grenzen der Trockenresistenz für die einzelnen systematischen Gruppen und Arten liegen, das müssen weitere Untersuchungen entscheiden. Die Waldstreu liegt bei unseren klimatischen Verhältnissen auch zu Sommer und Herbst höchstens nur einige Monate trocken. Ihre aquatile Mikrofauna paßte sich diesen Verhältnissen gut an, sie braucht keine sehr lange dauernde Trockenresistenz.

#### LITERATUR

- DONNER, J. (1951): Erste Übersicht über die Rotatorienfauna einiger Humusböden. *Österr. Zool. Zeitschr.* **3**, 175—240.
- LINDAU, G.: (1958): Über die Widerstandsfähigkeit von Moosrotatorien aus Wasserkulturen gegen Trocknung und gegen niedere und hohe Temperaturen, insbesondere über einige Faktoren, welche die Resistenz begrenzen. *Z. Morph. u. Ökol. Tiere*, **47**, 489—528.
- SMIDT, P. J. (1955): *Anabioz. Moskwa*, IV. Aufl. 435 S. (russisch).
- VARGA, L. (1957): Az Aszófői-Séd kerekeshérgői (Rotatoria) és csillóshasú hérgői (Gastrotricha). *Annal. Biol. Tihany*, **24**, 155—164.
- VARGA L. (1959): Untersuchungen über die Mikrofauna der Waldstreu einiger Waldtypen im Bükkgebirge (Ungarn). *Acta Zool. Hung.*, **4**, 443—478.
- VARGA, L. (1960): Über die Mikrofauna der Waldstreu einiger auf Szikböden angelegter Waldtypen. *Acta Zool. Hung.* **6**, 211—225.

#### ADATOK AZ ASZÓFŐI-ERDŐ AVARLAKÓ MIKROFAUNÁJÁNAK ÉS E MIKROFAUNA ANABIÓZISÁNAK ISMERETÉHEZ

Varga Lajos (Sopron)

#### Összefoglalás

Az Aszófői-Séd biológiai felkutatására a tihanyi Biológiai Intézet által 1952-ben szervezett munkaközösségben magam is részt vettem, és a patak kijelölt helyein a subbiotopok Rotatoria- és Gastrotricha-faunáját dolgoztam fel (VARGA 1957). Az Aszófőtől ÉNy-ra levő erdőnek a katonai fürdő környékén a patak egykori medrében levő része avartakarójából is gyűjtöttem mintát (1953. március 26-án), és azt sűrű vázonzacsckóban Sopronba vittem haza, hogy az avarlakó mikrofaunát megvizsgáljam. Az erdőt vegyes állományú, tölgy, kőris és juhar alkotja, akkor mintegy 35 éves, majdnem teljesen zárt koronaszintű volt, gazdag aljnövényzettel. Talaja a patak alluviális hordaléka, köves, szikladarabos. Ha a patak kiárad, elöntheti a medret, és elhordhatja az avartakarót is,

amelynek mikrofaunája gyarapíthatja nemcsak a patak, hanem a Balaton aszfófi öblének élővilágát is.

A hazavitt légszáraz avarminta egy részét 1953. április 7-én két PETRI-csészében helyeztem el (10—10 g) és leöntöttem 30—30 g steril desztillált vízzel. 24 óra múlva direkt számlálással megszámloltam a vízi mikrofauna Flagellata, Amoebina, Testacea, Ciliata, Nematoda, Rotatoria és Tardigrada csoportok egyedeit 0,1 cm<sup>3</sup> folyadékban. Négy mikroszkópi készítmény számainak középértékét vettem. A folyadék pH-értéke ugyanakkor 5,2 volt, ami csekély ingadozásokkal ugyanaz maradt az egy évig tartott tenyészet folyamán.

A következő napokon, hetekben és hónapokban történt a mikrofauna fajainak meghatározása. A vízutánpótlásról gondoskodni kellett. Összesen 65 avarlakó faj jelenlétét sikerült megállapítani (kivéve a Flagellatákat).

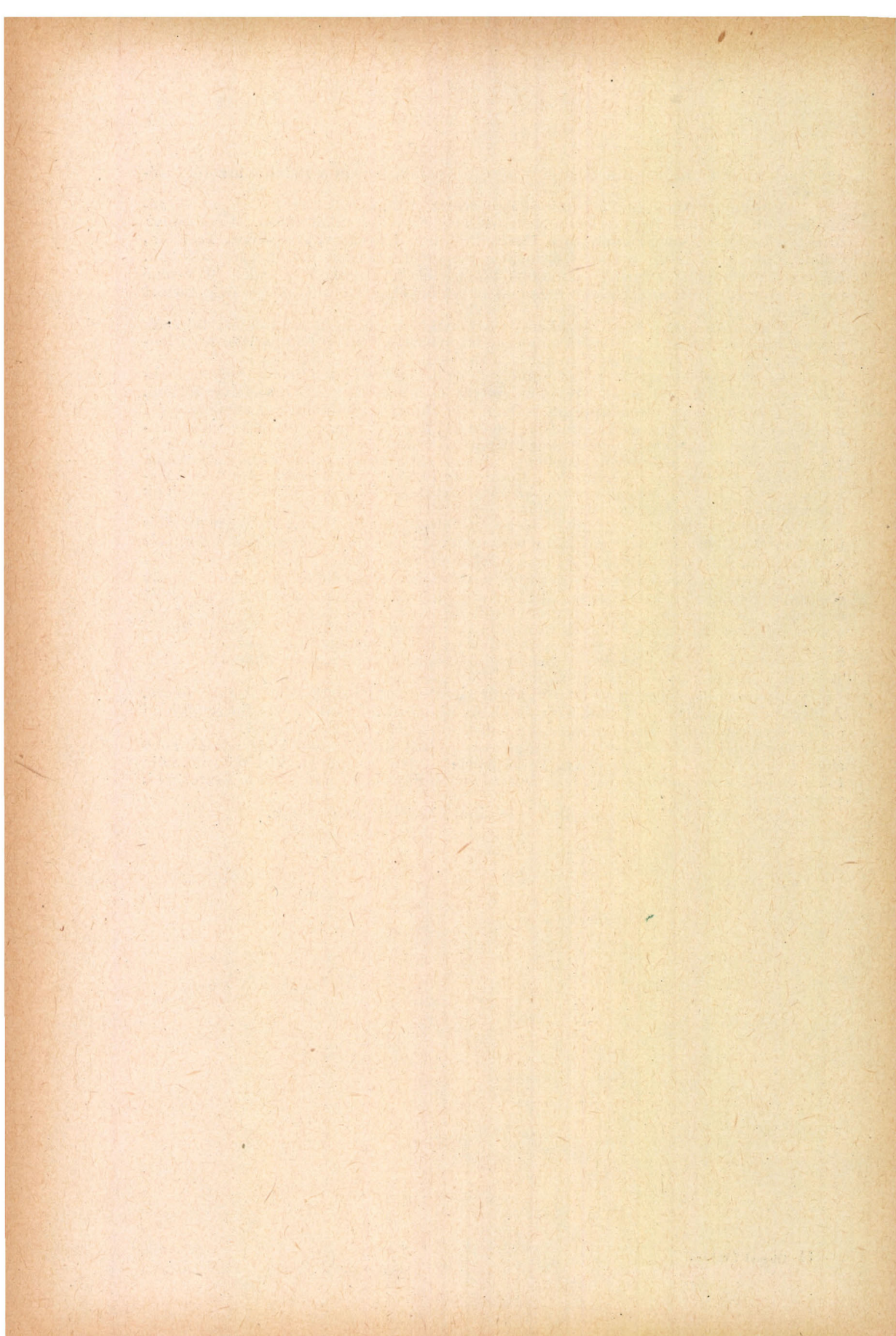
Az avarminta másik részét, amelyet szobahőmérsékleten, sötét helyen szekrényben tartottam, 1961. január 16-án elővettem, és desztillált vízzel megnedvesítettem. Az volt a célom, hogy megállapítsam, milyen mértékben viselték el a mikrofauna tagjai a csaknem 8 éven át tartott kiszáradást. Ismeretes, hogy az avar mikrofaunája a szárazföldi mohokéhoz hasonlóan anabiotikus állapotban vészeli át lakóhelyének kiszáradását. Ez a képessége teszi lehetővé az erdei avarban való aktív életét. A mohalakó mikrofauna tagjai közül főként egyes Nematodák, Rotatoriák és Tardigradák szárazságtűrése ismeretes, és sok kísérlet tárgyai voltak. Az erdei avartakaró egész vízi mikrofaunájának szárazságtűrését azonban nem ismerjük.

A most beállított tenyészetet 57 napon keresztül vizsgáltam. A megnedvesítés után 24 óra múlva a folyadék pH-ja 5,0 volt, és csupán igen nagy tömegű baktérium volt az anyagban. Állatka még nem volt, csak néhány *Monas*-egyed (Flagellata) ébredt aktív életre. A következő napokban megjelentek a Ciliaták, majd néhány Amoebina-faj. Az első napokban a Flagellaták szaporodtak el nagymértékben, majd a Ciliaták vették át az uralmat. A Testaceák közül a 33. napon jelent meg két faj. Négy Rotatoria-faj a 42. napon volt megfigyelhető, amelyek azután nagyon elszaporodtak. Nematodák és Tardigradák a vizsgálatok 57. napjáig sem ébredtek fel a lappangó élet állapotából. Ekkorra a kis tenyészet az újból jelentkezett baktériumtömeg miatt poliszaprób állapotba került. További vizsgálatra nem volt alkalmas.

Az eredetileg megvolt 65 állatfaj közül 8 év múlva 21 (32,3%) ébredt aktív életre. A kiszáradást legjobban a Ciliaták tűrték el. Az újraéledt állatfajok egyébként rendkívüli élelvenséget mutattak: élénk mozgás, osztódás, kopuláció, táplálékfelvétel.

Az erdei avar természetes körülmények között ilyen hosszú ideig nálunk soha sincs teljesen kiszáradt állapotban. Periodikusan nedves és száraz. Vízi mikrofaunája tehát úgy alkalmazkodott ehhez, hogy hosszú anabiotikus képességét nem fejlesztette ki, vagy elveszítette.

A kérdés biológiai szempontból is további vizsgálatokra érdemes.



**THE OXYGEN CONSUMPTION OF THE *DREISSENA POLYMORPHA*  
(LAMELLIBRANCHIATA) AT DIFFERENT TEMPERATURES**

ELEK WOYNÁROVICH

Received 14th March, 1961

Only a few data are to be found in the literature on oxygen consumption of water animals, and among them, of the Molluscs. These data, furthermore, were established by various methods and were worked up from different points of view (K. BERG, 1952; K. BERG—K. W. OCKELMAN, 1959; E. VALEN, 1958). Most of the measurements do not extend to the complete temperature range in which the animals live. Consequently it is difficult to compare the data to be found in the literature and to establish any sort of generalizing laws among them. The purpose of collecting data extending over the different classes of animals should be that they are suitable for establishing laws, that we can get to possess data for comparison. Measurement of the oxygen consumption of *Dreissena polymorpha* belongs in such a scheme.

*Dreissena polymorpha* settled in the Balaton after 1932 and rapidly spread. It is quantitatively one of the prominent forms in the animal association of the rocks on the shores. From the standpoint of natural biology it takes a significant part as an organism feeding and recuperating on organic detritus and bacteria (ENTZ—SEBESTYÉN, 1940) in the life associations of the littoral of the lake (WOYNÁROVICH 1954, 1956). The animal itself also comes into consideration as a fish-food feeding organism.

It often is a nuisance as well; by settling in the pipes which take water from Lake Balaton it stops them up and obstructs the water service.

**Material and methods**

The *Dreissena*'s were collected in the autumn of 1959 and 1960 (September, October) from the stony shore of the lake in front of the Institute. For the measurements the two most frequently occurring size groups were selected from the fully developed specimens. The length of shell of the smaller ones was 13 to 14 mm; that of the larger was 16 to 18 mm. The oxygen consumption of the animals was measured in a total of six series. Besides these still other measurements were made to complete our data.

The animals were collected two or three days before the experiment and were fasted for 24 hours. After the 24-hour fasting there was an adaptation to the different temperatures, which lasted 12 hours. The temperature adaptation was carried out in two steps. At first, for 8 to 10 hours the animals were kept at a temperature approximately 2 to 3°C near the experimental

temperature. Then for 2 to 4 hours just before the tests they were kept at the experimental temperature. The adaptation as thus carried out proved successful.

In the second phase of adaptation and during incubation time the animals were adjusted in ultrathermostats to the correct temperatures. The measurements took place simultaneously at the different degrees of temperature. For the measurements at the 7 different degrees of temperature 6 ultrathermostats and an ice bath (0,5° C) were employed.

The oxygen consumption of the animals is significantly affected by their general condition, duration of fasting, their fat content, etc. For that reason great emphasis was laid on using animals deriving from one place, collected at the same time and treated uniformly up to their adaptation.

Determination of oxygen consumption was made titrimetrically with vessels and methods invented by the author (WOYNÁROVICH 1959). For the test measurements of oxygen content a microburette and norm/200 Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub> were used.

The oxygen consumption was determined for each measurement in parallels of three, at 7 different degrees of temperature (28, 25, 20, 15, 10, 5, 0,5°C). In 3 series the measurements were made not at 28°C but at 30°C. These data also appear in the tables.

An effort was made to see that the animals were not in water with less than 50% oxygen content during incubation. Those results were not taken into consideration, where the oxygen consumption was more than 50% of the initial oxygen content.

One to four molluscs were put into each determining vessel; at low temperatures more were used, and at higher temperatures only 1 to 2 animals were put into the vessel.

Duration of incubation time was 70 to 120 minutes at the higher temperatures and 120 to 240 minutes at low temperature ranges.

It may be supposed that the oxygen consumption of *Dreissena* also changes at different seasons of the year. In this work we consider only that of animals collected in the autumn. Previous tests had shown that the oxygen consumption of the dry substance of the body without shell is the least in the autumn. At that time the animals contain the most reserve nutriment which largely counts as inactive from the standpoint of oxygen consumption. This hypothesis, however, still awaits further proof.

The live weight of the animals used in the experiment was measured as well as the weight of their shells and the weight of the dry substance of the entire body. The live weight is possibly inaccurate, as the water in the parts under the shell could not be removed with any certainty. The weight of the shell was determined by dissolving the soft parts in 10% NaOH solution, then washing in distilled water, and measuring after drying. From the above measurement results are calculated the live weight, without shell, and the dry weight.

The number of animals investigated we see was 254. Average live weight was 0,389 g. Average weight of shell: 0,152 g. The shell was 39,08% of the live weight. Average weight of the soft parts was 0,237 g and the average weight of the dry substance of the soft parts was 0,0136 g, which calculating without shell comes to 5,73% dry substance content and 94,27% water content. A 28,603-rd part of the living body is dry substance without shell, and 17,43-rd of the living body without shell.



Table 1  
Result of measurements

The following table contains data on the animals used for the determinations:

Serial number of measurements Mérési sorozat száma	The animals used for the measurements A mérésben részt vett állatok						
	number száma	av. live wt. (g) átlagsúlya (g)	shell av. wt. (g) héj átlagsúlya (g)	soft parts av. wt. (g) lágyrészek átlagsúlya (g)	soft parts' dry substance av. wt. (g) lágyrészek szárazanyagának átlagsúlya (g)	wt. of shell % héjsúly %	dry substance % szárazanyag %
I.	42	0,292	0,121	0,171	0,0078	41,55	4,55
II.	42	0,300	0,121	0,179	0,0099	40,17	5,55
III.	69	0,439	0,167	0,272	0,0155	38,07	5,71
IV.	53	0,494	0,190	0,304	0,0185	38,49	6,10
V.	9	0,483	0,191	0,292	0,0167	39,54	5,73
VI.	39	0,331	0,131	0,200	0,0127	39,58	6,33
Total: Össz.: 6	254						
Total of averages: Az egész átlaga:		0,389	0,152	0,237	0,0136	39,08	5,73

The oxygen consumption at different temperatures is calculated to 1 g dry weight without shell, to 1 g body weight without shell (to the weight of the soft parts and to 1 g live weight. The two last data are more changeable in the different determinative series than the oxygen consumption in relation to 1 g dry substance.

The oxygen consumption in relation to 1 g body dry substance, without shell, is given in the following table.

Table 2

Temperature °C Hőmérséklet C°	0, 5	5	10	15	20	25	28	30
N° of measurements Mérések száma	15	14	15	14	14	11	11	9
Average results X/mg/hr. Eredmények átlaga X/mg/h	0,14	0,35	0,57	0,92	1,32	1,86	2,39	1,83
Standard deviation Standard deviatio (s)	±0,05	±0,05	±0,07	±0,11	±0,19	±0,15	±0,37	±0,49

From the table it appears that the oxygen consumption of *Dreissena* rises almost evenly from 0,5 to 28°C; and between 28 and 30°C, as this temperature is disadvantageous, the oxygen consumption drops. The animals were often found to die at this temperature.

In the measurements carried out in 1959 the vessels containing the animals in the thermostat were kept moving. The experimental vessels in 1960 were not kept in motion moving. Results of the measurements made by the two different methods were the same. Hence movement of the animals does not particularly change their oxygen consumption.

The change in oxygen consumption in the temperature range investigated is fairly clearly shown by the  $Q_3$  values. The  $Q_3$  value show this specially well. (For calculating the  $Q_3$  value the oxygen consumption must be established at every 3 degrees, partly from the measurements and partly from the curve built up from them.)

Table 2

The  $Q_3$  values are as follows:

28 - 25 = 1,28
25 - 22 = 1,21
22 - 19 = 1,23
19 - 16 = 1,25
16 - 13 = 1,26
13 - 10 = 1,36
10 - 7 = 1,33
7 - 4 = 1,43
4 - 1 = 1,76

Oxygen consumption rises rapidly from 1°C to 4°C, fairly rapidly from 4°C to 7 C. Between 7 and 13°C the rise may be said to be regular. Between 13 and 25°C it is almost completed regular. It increases to a scarcely appreciable degree between 25 and 28°C.

From the changes in  $Q_3$  values it may be concluded that in the temperature ranges between 13 and 25°C there is no physiological effect on the *Dreissena* that could change the regular rise in oxygen consumption.

The  $Q_3$  values show up well the measurements of rise in oxygen consumption. This, as calculated from the oxygen consumption measured between 5 and 25°C, is 5,31.

The oxygen consumption of 1 g body weight without shell may also be calculated in two ways.

In one series of results the oxygen consumption of the different animals used for the experiment was calculated. But good results were also obtained by the other method of calculating. It may be seen from *Table 1* that the average dry weight of all the soft parts of the molluscs is 0,0136, that of the soft parts without shell being 0,237. The dry substance is hence the 17,43-rd part of the living body. Dividing the oxygen consumption value relating to 1 g dry substance of the body without shell (*Table 2*); 17,43 comes relatively near to the oxygen consumption of 1 g living body without shell.

The second column of *Table 3* contains the values thus calculated.

Table 3

Temperature °C Hőmérséklet C°	0,5	5	10	15	20	25	28	30
1 g live wt. without shell								
1 g héj nélküli élőállat	0,008	0,021	0,030	0,054	0,076	0,120	0,130	0,110
O <sub>2</sub> consumption calculated values								
Oxigénfogyasztás (kapott érték)	0,008	0,020	0,033	0,053	0,076	0,107	0,137	0,105

The calculated values diverge to a relatively small degree from the averages of the values given by the different measurements. Hence by calculation too it is possible to reach the truth on nearly approximative values.

In *Table 4* the data on oxygen consumption of 1 g of the living molluscs are presented. In this *Table* too, two columns of data are given. The one is calculated from the measurements; the other from the data on the dry weight, live weight and their comparison — of all the animals used in the experiments as described heretofore, and the data in *Table 2*.

The dry weight without shell is the 28,603-rd part of the live weight. Dividing by this the data in *Table 2* we obtain the second column of data in *Table 4*. From comparison of the two columns it appears that there is no significant difference between the calculated results and those obtained by direct measurement.

*Table 4*

Temperature °C Hőmérséklet C°	0,5	5	10	15	20	25	28	30
O <sub>2</sub> consumption of 1 g live animal mg/hr (received value)								
1 g élőállat O <sub>2</sub> -fogyasztása mg/h (kapott érték)	0,004	0,013	0,022	0,031	0,044	0,060	0,075	0,062
O <sub>2</sub> consumption of 1 g live animal mg/hr (calculated value)								
1 g élőállat O <sub>2</sub> -fogyasztása mg/h (számított érték)	0,005	0,012	0,020	0,032	0,046	0,065	0,084	0,064

### Discussion

A uniform rise in oxygen consumption with changes in temperature is a characteristic of the oxygen consumption of *Dreissena polymorpha*. More significant change exists only at the low and the high temperatures. This general picture of its oxygen consumption differs from the oxygen consumption of *Carinogammarus* (LUKACSOVICS 1955). From the data the eurythermic nature of the animal is also apparent.

The oxygen consumption calculated to 1 g dry substance is to a great degree influenced by the proportion of the actively breathing parts of the body of the organism investigated to those not taking part at all in respiration or at any rate less actively (SMARDINA 1954). Hence the oxygen consumption calculated to 1 g dry substance must be made up to the oxygen consumption of 1 g dry substance of an actively respirating part of the body. In the case of many animals it would be difficult to distinguish between the actively breathing and the inactive parts but the separation of the shell of the molluscs and the chitin covering of the Arthropods, the yolky substance of fish larvae do not cause any particular difficulty.

In the *Dreissena polymorpha* the dry substance of the body without shell practically approximates the dry substance content of the active breathing body.

One characteristic of the oxygen consumption of the animals may be the total value of oxygen consumption measured to 1 g dry substance at 7 different degrees of temperature. Adding up the quantities of oxygen con-

sumption at the different degrees of temperature we get a relatively low number in the case of *Dreissena polymorpha*: 7,55 (see Table 2 Average results). In fish spawn this is much larger, in immature pike perch (*Lucioperca lucioperca*) it is 24,08, in carp (*Cyprinus carpio*) spawn 22,52, in pike (*Esox lucius*) spawn 21,66; and in sheatfish (*Silurus glanis*) spawn 17,89.

According to this *Dreissena polymorpha* may be placed among the organisms with small oxygen requirements.

The data on oxygen consumption of *Dreissena polymorpha* can be used for practical purposes, if it is desirable to kill off the animals in the water supply system. This is the simplest method, does not injure the pipes, and the lack of oxygen suffocates the molluscs.

The author wishes to express his appreciation to Mrs. BRIGITTA SZABÓ for her expert assistance during these experiments.

### Summary

The oxygen consumption of *Dreissena polymorpha* of medium size specimens between 12 and 18 mm length, collected in September and October, was determined at 8 different degrees of temperature between 30 and 0,5°C. The data are given for 1 g dry substance, 1 g live weight without shell and 1 g live weight, summarized in Tables. It appears from the data that *Dreissena polymorpha* is an organism of small oxygen requirement. However, by bringing about a lack of oxygen in water supply pipes masses of the molluscs which have settled in them may be effectively destroyed.

### A DREISSENA POLYMORPHA (LAMELLIBRANCHIATA) OXIGÉNFOGYASZTÁSA KÜLÖNBÖZŐ HŐMÉRSÉKLETEN

Wojnárovich Elek

#### Összefoglalás

A szerző 30–0,5 C° között, nyolc hőmérsékleti ponton határozta meg a *Dreissena polymorpha* szeptember–októberben gyűjtött, közepes 12–18 mm-es nagyságú példányainak oxigénfogyasztását. Az adatokat 1 g szárazanyagra, 1 g héj nélküli élőszúlyra és 1 g élőszúlyra adta meg, melyeket táblázatban foglalt össze. Az adatokból kitűnik, hogy a *Dreissena polymorpha* kis oxigénigényű szervezet. Vízzolgáltató csövekben megtelepedett tömegeit azonban oxigénhiány előidézésével hatásosan lehetne irtani.

### ПОТРЕБЛЕНИЕ КИСЛОРОДА DREISSENA POLYMORPHA (LAMELLIBRANCHIATA) ПРИ РАЗНЫХ ТЕМПЕРАТУРАХ

Э. Войнарович

#### Резюме

Потребление кислорода собранных в месяцах сентябрь–октябрь экземпляров *Dreissena polymorpha* среднего (12–18 мм) размера определилось при восьми разных точках температуры от 30 до 0,5°C. На таблице приведены данные в переводе на 1 г сухого вещества, на 1 г живого веса без наружной коры и на 1 г живого веса. Из полученных данных явствует, что *Dreissena polymorpha* требует мало кислорода. Тем не менее, искусственно созданный недостаток кислорода позволило бы успешно уничтожить поселившиеся в водоподводящих трубах массы *Dreissena polymorpha*.

## INDEX

### 1. ÁLLATTAN — ЗООЛОГИЯ — ZOOLOGIE

<i>Gellért József, Penkov Iván, Kamarás László és Józsa Gábor</i> : Rákos betegek vér-szérumának hatása <i>Paramecium caudatum</i> Ehrb.-re — Влияние кровяной сыворотки больных раком на <i>Paramecium caudatum</i> Ehrb. — Wirkung des Blutserums Krebs-Kranker auf <i>Paramecium caudatum</i> Ehrb. ....	3
<i>András Gubicza und Ferenc Lukacsovics</i> : Untersuchung der biologischen und wirtschaftlichen Kennzeichen von aus der Ukrainischen Sozialistischen Sowjetrepublik stammenden Rassen von <i>Bombyx mori</i> L. — USzSzK-ból származó <i>Bombyx mori</i> L. rasszok biológiai és gazdasági jellemzőinek vizsgálata — Изучение биологических и хозяйственных показателей происходящих из УССР рас <i>Bombyx mori</i> L. ....	11
<i>Ferenc Lukacsovics und András Gubicza</i> : Die Atmung der verschiedenen Rassen von <i>Bombyx mori</i> L. II. Untersuchung der Atmung der Larven — A <i>Bombyx mori</i> L. különböző rasszainak lélegzése. II. Lárvák lélegzésének vizsgálata — Данные разных рас <i>Bombyx mori</i> L. II. Изучение дыхания червей .....	17
<i>István Konok</i> : Studies on the light- and dark-adaptation of the colour of the crayfish, <i>Astacus leptodactylus</i> Eschscholz (Decapoda) controlled by the secretory activity of the central nervous system — Vizsgálatok a kecskerákon, <i>Astacus leptodactylus</i> Eschscholz (Decapoda), a központi idegrendszer szekréciós tevékenysége által szabályozott fény- és sötétség-adaptációval kapcsolatban — Исследования на <i>Astacus leptodactylus</i> Eschscholz (Decapoda) в отношении адаптации света и темноты регулируемой от секреторной деятельности центральной нервной системы .....	29

### 2. HIDROBIOLÓGIA — ГИДРОБИОЛОГИЯ — HYDROBIOLOGIE

<i>Entz Béla és E. Fillinger Margit</i> : Adatok a Balaton fényklimájának ismeretéhez. (A víz zavarosságának okairól és kihatásairól) — Данные к знанию светового климата озера Балатона Причины и влияния мутности воды — Daten zur Kenntnis des Lichtklimas des Balaton. (Über die Ursachen und Wirkung der Trübung des Wassers) .....	49
<i>Tibor Farkas and Sándor Herodek</i> : Seasonal changes in the fatty acid composition of fresh water crustaceans — Évszakos változások édesvízi rákok zsírsavösszetételében — Сезонный изменения в составе жирных кислот у пресноводных раков .....	91
<i>Lajos J. M. Felföldy</i> : Effect of temperature on the photosynthesis of a natural diatom population — A hőmérséklet hatása a Balatonpart kövein élő természetes kovamoszat-populáció fotoszintézisére — Влияние температуры на фотосинтез живущих на каменистых берегах озера Балатона естественных популяций диатомов .....	95
<i>Lajos J. M. Felföldy</i> : On the chlorophyll content and biological productivity of periphytic diatom communities on the stony shores of Lake Balaton — A Balaton köves partjain élő kovamoszat bevonat klorofill tartalmáról és biológiai produktívjáról — О хлорофилловом содержании и биологической продуктивности перифитонного диатома живущего на каменных берегах озера Балатона .....	99

<i>Gellért József</i> : Adatok a balatoni fenéküledék csillósainak ismeretéhez — Данные к знанию цилиат в донновом седименте озера Балатона — Angaben zur Kenntnis der Ziliaten im Bodensedimente des Balaton	105
<i>Molnár Gyula és Tölgy István</i> : Adatok a fogassüllő ( <i>Lucioperca lucioperca</i> L.) gyomor-emésztés időtartamának hőmérséklet okozta változásairól — Данные о температурных изменениях периода пищеварения балатонского судака — Angaben zum durch verschiedene Temperaturgrade verursachten Wechsel in der Dauer der Magenverdauung des Zanders	109
<i>Jenő E. Ponyi</i> : Über die Ernährung einiger Amphipoden (Crustacea) in Ungarn — Néhány magyarországi Amphipoda (Crustacea) táplálékáról — О питании некоторых встречаемых разновидностей Amphipoda (Crustacea)	117
<i>Olga Sebestyén</i> : Occurrence of <i>Plumatella casmiana</i> Oka (Bryozoa) in Lake Balaton — A <i>Plumatella casmiana</i> Oka (Bryozoa) előfordulása a Balatonban — Наличие <i>Plumatella casmiana</i> Oka (Bryozoa) в озере Балатоне	125
<i>Ernő Szabó, Zsuzsa F. Kalkó and Lajos J. M. Felföldy</i> : On the use of toluene as inhibitor in enzymological surveys of freshwater bottom deposits — A toluol gátló hatásának vizsgálata az édesvízi fenéküledékek biológiai aktivitásának mérésénél — Исследование препятствующего эффекта при измерении биологической активности пресноводных донных осадков	135
<i>Szabó Ernő, Ruff Ferenc és Felföldy Lajos</i> : Egysejtű algák össz-szterin tartalmáról — О все-стеринном содержании одноклеточных водорослей — On sterol content in some unicellular algae	139
<i>Gizella Tamás</i> : Horizontale Plankton-Untersuchungen im Balaton II. Über das Phytoplankton im nordöstlichen Teil des Sees, auf Grund des Filtrats der in 1955, 1956 und 1958 entnommenen Proben — Horizontális planktonvizsgálatok a Balatonon II. A tó ÉK-i részének fitoplanktonjáról 1955, 1956 és 1958-ban gyűjtött hálósziűredék alapján — Горизонтальные исследования планктонов в озере Балатоне II. Фитопланктон северо-восточной части озера Балатона на основе фильтра собранного в 1955, 1956 и 1958 гг.	143
<i>László Tóth and Ernő Szabó</i> : Zönologische und ökologische Untersuchungen in den Röhrichten des Neusiedlersees (Fertő-tó) — Cénológiai és ekológiai tanulmányok a Fertő-tó nádasáiban — Ценологическое и экологическое исследование в тростниках озера Фергэ	151
<i>Tóth László, Felföldy Lajos és Szabó Ernő</i> : A balatoni nádas-termelés mérésének néhány problémájáról — О некоторых проблемах измерения продуктивности фрагмитов в озере Балатоне — On some problems of production measurements in phragmiteta in Lake Balaton	169
<i>István Tölgy</i> : Über die Ursache des Nahrungsmangels des Balaton-Zanders ( <i>Lucioperca lucioperca</i> L.) und Begründung des Nahrungersatzplanes — A balatoni fogassüllő táplálékhiányának oka és a táplálékpótlás tervének indokolása — Причина недостатка пищи для балатонского судака и обоснование плана пищевой мелиорации	179
<i>Uherkovich Gábor</i> : Párhuzamos fejlődési rendellenesség az <i>Ankistrodesmus</i> és a <i>Scenedesmus</i> genusokban — Параллельная аномалия в развитии родов — Parallele Irregularität in der Entwicklung der Genera <i>Ankistrodesmus</i> und <i>Scenedesmus</i>	197
<i>Lajos Varga</i> : Beiträge zur Kenntnis der streubewohnenden Mikrofauna des aszófőer Waldes sowie zur Anabiose dieser Mikrofauna — Adatok az Aszófői-erdő avarlakó mikrofaunájának és e mikrofauna anabiozisének ismeretéhez — Данные к знанию микрофауны и её анабиоза живущей между сухими опавшими листьями в лесу с Асофё	203
<i>Elek Wojnárovich</i> : The oxygen consumption of the <i>Dreissena polymorpha</i> ( <i>Lamellibranchiata</i> ) at different temperatures — A <i>Dreissena polymorpha</i> ( <i>Lamellibranchiata</i> ) oxigénfogyasztása különböző hőmérsékleten — Потребление кислорода <i>Dreissena polymorpha</i> ( <i>Lamellibranchiata</i> ) при разных температурах	211

1875  
1876  
1877  
1878  
1879  
1880  
1881  
1882  
1883  
1884  
1885  
1886  
1887  
1888  
1889  
1890  
1891  
1892  
1893  
1894  
1895  
1896  
1897  
1898  
1899  
1900

Kiadásért felel az Akadémiai Kiadó igazgatója

Műszaki felelős: Pataki Ferenc

Kézirat beérkezett: 1961.

Példányszám: 1000

Terjedelem: 19.2 (A/5) ív + 5 old. melléklet

---

61.53920 Akadémiai Nyomda, Budapest — Felelős vezető: Bernát György





