

A MAGYAR TUDOMÁNYOS AKADÉMIA
TIHANYI BIOLÓGIAI KUTATÓINTÉZETÉNEK ÉVKÖNYVE
(1965)
(VOL. XXXII.)

ANNALES
INSTITUTI BIOLOGICI (TIHANY)
HUNGARICAE ACADEMIAE
SCIENTIARUM

DIRECTOR INSTITUTI:

J. SALÁNKI

ADIUVANTIBUS:

L. FELFÖLDY, K. S.-RÓZSA, O. SEBESTYÉN

REDIGIT:

B. ENTZ

TIHANY, 1965

ANNAL. BIOL. TIHANY

A MAGYAR TUDOMÁNYOS AKADÉMIA
TIHANYI BIOLÓGIAI KUTATÓINTÉZETÉNEK ÉVKÖNYVE
(1965)
(VOL. XXXII.)

ANNALES
INSTITUTI BIOLOGICI (TIHANY)
HUNGARICAE ACADEMIAE
SCIENTIARUM

DIRECTOR INSTITUTI:

J. SALÁNKI

ADIUVANTIBUS:

L. FELFÖLDY, K. S.-RÓZSA, O. SEBESTYÉN

REDIGIT:

B. ENTZ

TIHANY, 1965

ANNAL. BIOL. TIHANY

Szerkesztő:

ENTZ BÉLA

**RELATION OF BODY SIZE, GANGLIONS AND NEURON
DIMENSIONS IN THE FRESH WATER MUSSEL
ANODONTA CYGNEA L.**

ANDRÁS GUBICZA

Received: March 15th 1965

Introduction

An ever increasing number of workers are dealing also in Hungary with the nervous system of the fresh water mussel (ÁBRAHÁM and MINKER 1959, NAGY 1962, BARANYI and SALÁNKI 1962, SALÁNKI and LÁBOS 1964, SALÁNKI 1964, PÉCSI and SALÁNKI 1964, ZS. NAGY 1964, GUBICZA and ZS. NAGY 1964). In spite of this our morphological and physiological knowledge must be still regarded as insufficient.

Physiological examination of the fresh water mussel requires a more exact description of the structure of the nervous system. The objective of the present study is to supply data to the morphology of the ganglions of the fresh water mussel with special regard to their dimensions.

Material and method

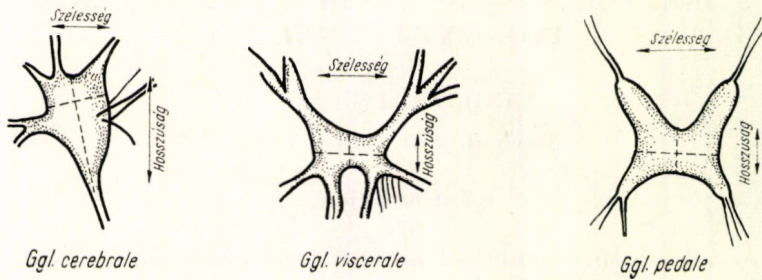
Experimental animal was *Anodonta cygnea* L. originating from the back water of the Rába river. Mussels of various size collected from similar biotopes were subjected to examination. Length and width of the *ggl. cerebrale*, *ggl. pedale* and *ggl. viscerales* (Fig. 1) were examined in small, medium and large size mussels. The ganglions of a total of 120 *Anodonta* were measured with microocularmeter.

The nervous elements of the ganglia were rendered suitable to microscopic examinations by two impregnation methods. The modified CAJAL I. method (GUBICZA, ZS. NAGY 1964) was employed to indicate the cells, while ROWELL'S (1963) silver nitrate lutidine proceeding was found the best to demonstrate nerve fibres and glia. The length of the neurons was measured in the ganglions of the small and large mussels. In each ganglion the mean length of 250 to 3000 cells were taken. Measurement was carried out with microocularmeter at 650 × magnification.

The number of ganglions and glia nuclei have been determined in an indirect way. In the 10 to 12 μ thick sections (in 5 to 6 sections per ganglion) the neurons were counted, the mean of a section multiplied with the number of sections and divided by two. The latter proved to be necessary out of the following consideration. The neurons of *Anodonta cygnea* L. are generally 20 μ in size so that each cell occurs in two, less frequently in three successive sections. The small size cells get into the plane of two or one section. It is to be noted that the sections generally contained the same number of neurons and

in the series section the first and last ones contained the cellular cortical part while mainly neuropile came into the middle part of a large surface.

Fig 1 — 1. ábra



The glia nuclei found in a section were multiplied with the number of sections but not divided by two because their length was 5 to 6 μ and their width no more than 4 μ .

Results

The first part of our investigation consisted of a comparison of the length and width data of the ganglions of mussels of different size.

The ganglions of the small, medium and large mussels (Table 1) are of different size (Table 2).

Table 1

Length, width and thickness of the mussels examined

Denomination	Length mm	Width mm	Thickness mm
Small mussels	100	50	40
Medium mussels	140	75	60
Large mussels	180	90	75

Table 2

Length and width dimensions in mm of the ganglions of small, medium and large mussels

Denomination	ggl. cerebrale		ggl. pedale		ggl. viscerale	
	length	width	length	width	length	width
Small mussels	2.15	1.08	0.98	2.00	1.32	2.48
	± 0.20	± 0.12	± 0.13	± 0.15	± 0.07	± 0.08
Medium mussels	2.88	1.32	1.14	2.28	1.80	3.40
	± 0.28	± 0.12	± 0.13	± 0.15	± 0.17	± 0.23
Large mussels	3.28	1.42	1.36	2.50	2.04	3.88
	± 0.20	± 0.15	± 0.10	± 0.11	± 0.08	± 0.14

According to the data of *Table 2* the ganglia of the small-size mussels are smaller than those of the larger ones.

In the general histological description of fresh water mussel ganglions (GUBICZA and Zs. NAGY 1965) we pointed to the fact that the dimension of length of the neurons depends on the size of the experimental animal. In various ganglions of the small and large mussel the so called great neurons are of different dimensions (*Table 3*)

Table 3

Average data of the length of large size neurons in the ganglions of small and large mussels*

	ggl. cerebrale		ggl. pedale		ggl. viscerale	
	mean μ	length μ	mean μ	length μ	mean μ	length μ
Small mussel	30	(36)	34	(45)	42	(47)
Large mussel	40	(47)	45	(55)	52	(63)

* Those neurons were regarded as large size cells which attained 70% of the longitudinal dimension of the largest cell; e.g. when the largest cell was 63 μ long, those over 44 μ length were qualified as large size cells.

The data in bracket designate the length of the largest neuron found in measuring.

Two important statements can be made in connection with analysis of the dimensions of neurons.

1. Dimensions of the cells depend on those of the mussel.

2. In the various ganglions the cell dimensions are different (smallest in the *ggl. cerebrale*, largest can be found in the *ggl. viscerale*).

On the basis of what was said up to now, a comparison of the longitudinal dimensions of the mussel, the ganglions and the neurons reveals both in large and small mussels that the neurons have grown slower.

Longitudinal dimension of small mussels (100 mm long) and of their ganglions and neurons was taken for 100%. In this case the ganglions of the 80% larger mussels are larger by 40 to 50 per cent while the average length of so called large neurons is 25 to 33 per cent larger (*Fig. 2*).

Also the glia nuclei in the ganglions of mussels of different size were measured but no differences found. In the *ggl. cerebrale*, *ggl. pedale* and *ggl. viscerale* of both the small and large mussels 5 to 6 μ long and 3 to 4 μ wide glia nuclei occur.

We also determined, in an indirect way, the number of neurons and glia nuclei in the various ganglions (*Table 4*).

Table 4

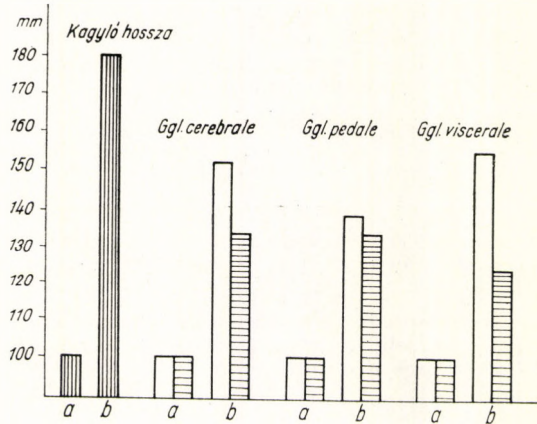
Number of neurons and glia nuclei in the ganglions of *Anodonta cygnea* L.

	ggl. cerebrale	ggl. pedale	ggl. viscerale
Neurons	30—35,000 units	65—70,000 units	70—75,000 units
glia nuclei	5—7,000 units	25—30,000 units	16—18,000 units




There are most neurons in the *ggl. viscerale*, while the number of glia nuclei is highest in the *ggl. pedale*.

The distribution of neurons according to size is varying in the different ganglions. The so-called large cells are generally few. These constitute 0.5 to

Fig 2 — 2. ábra



Nagy kagylók ganglionjainak és idegsejtjeinek méretaránya,
a kis kagylók 100%-os adataihoz viszonyítva.

-  Kagylók hossza %-ban
-  Ganglionok hossza %-ban
-  Idegsejt hossza %-ban
- a Kis kagyló
- b Nagy kagyló

1.0 per cent of the total cell stock. Most large size neurons are found in the *ggl. viscerale* (about 1 per cent) and least in the *ggl. cerebrale* (about 0.4 per cent). The overwhelming majority of the cell stock are small size (8 to 16 μ).

Discussion

In the telometrically growing young *Anodonta cygnea* mussels of 10 cm the ganglions are small and the neurons are smaller than in the older mussels of 28 cm.

The ganglions of the 80 per cent longer mussels are larger by 50 per cent, the neurons by 30 per cent. The dimensions of the glia nuclei are unchanged

in the various ganglions of small and large mussels. From the data it also appeared that *ggl. viscerale* showed the most intensive growth. The nerve cells of largest size (motoric cells) also occurred in this ganglion in a high number. Also by the cell number determined in an indirect way the *ggl. viscerale* excels. The more complicated morphological structure of the *ggl. viscerale* has been referred to already in connection with the general histological description of ganglia.

The role of the single ganglions played in the reflex activity is not clarified so far. The *posterior adductor* of the fresh water mussel is innervated according to PAWLOW (1885) by the appendages of the motoric cells of the *ggl. viscerale* and these fibres are involved in tonic contraction. The impulses bringing forth relaxation arise from the *ggl. cerebrale*. According to DREW (1908) in the *Ensis* species the movement of the foot is coordinated by the *ggl. cerebrale* and *ggl. pedale* together. FRANKEL later (1927) found that the adaptive character of the digging movement of the *Ensis* species discontinues when the *ggl. cerebrale* is removed. According to the statement of WOORTMANN (1926) in the movement of the feet and in the activity of bissus glands in *Mytilus edulis* the *ggl. pedale* is greatly involved.

According to the investigation of SALÁNKI (1963) the serotonin and antiserotonine substances applied to the *ggl. cerebrale* of the fresh water mussel change the character of the periodic activity. From the data of a number of physiological examinations it could not yet be precisely established which ganglion has the most important role in the reflex activity of the mussel. Probably the problem does not even arise in this form. So much is certain that the *ggl. viscerale* of *Anodonta cygnea* contains the most diversified nerve elements. This is also proved by the fact that recently several illustrious nerve morphologists (ÁBRAHÁM 1963, BULLOCK 1961, SUGAWARA 1964) subjected to investigation this ganglion of interesting from the morphological point of view.

Summary

1. The ganglia of the small (100 mm long) *Anodonta cygnea* L. have smaller dimensions than the large (180 mm long) mussels.
2. The neurons of the small size mussels are smaller than those of the larger ones.
3. Largest nerve cells occur in the ganglion viscerale; they constitute 0.5 to 1.0 per cent of the cell stock.
4. The glia nuclei are of the same size in the ganglia of small and large mussels.
5. The number of neurons is lowest in the *ggl. cerebrale*, highest in the *ggl. viscerale*.
6. Most glia nuclei are found in the *ggl. pedale*.

REFERENCES

- ÁBRAHÁM, A. (1963): The structure of the interneuronal synapses in the visceral ganglion of *Aplysia*. — *Acta anat.* **54**, 260—264.
- ÁBRAHÁM, A.—MINKER, E. (1959): Experimentell-morphologische Untersuchungen über die Innervation der Schliessmuskeln von Süßwassermuscheln. — *Z. Zellforsch.* **49**, 638—654.

- BARANYI, I. B.—J. SALÁNKI (1963): Studies on neurosecretion in the central nervous system of *Anodonta cygnea* L. — *Acta Biol. Hung.* **13**, 371—378.
- BULLOCK, H. TH. (1961): On the anatomy of the giant neuron of the visceral ganglion of *Aplysia*. *Proc. int. Symposium* **10**, 233—240.
- DREW, G. (1908): The physiology of the nervous system of the Razorshell-clam (*Ensis directus*). *J. Exper. Zool.* **5**, 311—326.
- FRANKEL, J. (1927): Die Grabbewegungen der Soleniden. — *Z. Vergl. Physiol.* **6**, 167.
- GUBICZA, A., ZS. NAGY, I. (1964): Comparative study of recognized (classic) and modified impregnation methods in the ganglion of *Anodonta cygnea* L. — *Annal. Biol. Tihany* **31**, 15—21.
- GUBICZA, A., ZS. NAGY, I. (1965): Édesvízi kagyló (*Anodonta cygnea* L.) ganglionjainak szövettani vizsgálata impregnációs módszerek alapján. (Hystological examination of the ganglions of fresh water mussel (*Anodonta cygnea* L.) on the strength of impregnation methods.) — *Annal. Biol. Tihany* **32**.
- NAGY, M. (1962): Hisztológiai vizsgálatok folyami kagylók ganglionsejtjein. — (Hystological examinations on the ganglion cells of fresh water mussels.) — *Morf. és Ig. Orv. Szemle* **1**, 29—33.
- PAWLOW, I. P. (1885): Wie die Muschel ihre Schale öffnet. — *Pflügers Arch.* **38**, 6—31.
- PÉCSI, T.—SALÁNKI, J. (1964): The role of pressure in the periodical changes of cardiac action in the fresh water mussel. — *Annal. Biol. Tihany* **31**, 65—76.
- ROWELL, C. H. F. (1963): A general method for silvering invertebrate central nervous systems. — *The Quarterly Journal of Microscopical Science* **104**, 81—87.
- SALÁNKI, J. (1963): The effect of serotonin and catecholamines on the nervous control of periodic activity in fresh water mussel (*Anodonta cygnea*). — *Comp. Biochem. Physiol.* **8**, 163—171.
- SALÁNKI, J. (1964): Oxygen level as a specific regulator in the rhythmic activity of fresh water mussel (*Anodonta cygnea* L.). — *Acta Biol. Hung.* in press.
- SALÁNKI, J.—LÁBOS, E. (1964): Reflex investigations on the visceral ganglion of the fresh water mussel (*Anodonta cygnea*). *Annal. Biol. Tihany* **31**, 123—132.
- SUGAWARA YOSHIO (1964): Microscopical Studies of the Nervous System in Oysters. — *Archivum hist. Japan* **24**, 257—272.
- WOORTMANN, K. (1926): Beiträge zur Nervenphysiologie von *Mytilus edulia*. — *Z. vergl. Physiol.* **4**, 488—527.
- ZS. NAGY, I. (1964): Electron-microscopic observations on the cerebral ganglion of the fresh water mussel. — *Annal. Biol. Tihany* **31**, 147—152.

TESTNAGYSÁG, GANGLIONOK ÉS AZ IDEGSEJTEK MÉRETÉNEK RELÁCIÓJA AZ ÉDESVÍZI KAGYLÓNÁL (*ANODONTA CYGNEA* L.)

Összefoglalás

Gubicza András

A szerző vizsgálta a különböző nagyságú *Anodonta cygnea* L. idegdúcainak és idegsejtjeinek méreteit. Közvetett úton meghatározta a *ggl. cerebrale*, *ggl. pedale* és *ggl. viscerale* idegsejt és gliamag számát.

Az adatokból megállapítható, hogy a kis (100 mm hosszú) kagylók ganglionjai és idegsejtjei kisebbek mint a nagy (180 mm hosszú) kagylóké.

Legkisebb sejtek a *ggl. cerebrale*-ben, legnagyobbak a *ggl. viscerale*-ben vannak.

A gliamagok a kis és nagy kagylók idegdúcaiban egyforma méretűek.

Az idegsejtek száma dúconként változó. Legtöbb sejt a *ggl. viscerale*-ben, legkevesebb a *ggl. cerebrale*-ben van.

A glia magok száma legtöbb a *ggl. pedale*-ben.

ВЗАИМООТНОШЕНИЕ РАЗМЕРОВ НЕРВНЫХ КЛЕТОК, ГАНГЛИЕВ И
ТЕЛА БЕЗЗУБКИ (*Anodonta cygnea* L.)

А. Губица

1. Размеры ганглиев беззубки малого роста (длиной 100 мм) ниже чем у беззубки большого роста (длиной 180 мм).
2. Нервные клетки у беззубки малого роста тоже меньшие, чем у беззубки большого роста.
3. Самые крупные нервные клетки обнаруживаются в висцеральном ганглии, они составляют 0,5—1% всего клеточного состава.
4. Ядра глии имеют одинаковые размеры как у малых так и у больших беззубок.
5. Меньше всех нервных клеток обнаруживается в церебральном ганглии, и больше всех — в висцеральном.
6. Число ядер глии самое высокое в педальном ганглии.

**HISTOLOGICAL EXAMINATION OF THE GANGLIONS
IN THE FRESH WATER MUSSEL
WITH IMPREGNATION METHODS
ANODONTA CYGNEA L.**

ANDRÁS GUBICZA and IMRE ZS.-NAGY

Received: March 1st. 1965

Introduction

The fresh water mussel takes up the attention both of physiologists (PAWLOW 1885) and morphologists (HANSTRÖM 1928) for a long time past. From more recent works those of ÁBRAHÁM and MINKER (1959), NAGY (1962) BARANYI and SALÁNKI (1963), ZS.-NAGY (1964), SALÁNKI (1965) should be named who investigated morphology and physiology of the nervous system of *Anodonta* from different viewpoints. Histological description of the ganglions in *Anodonta cygnea* however is not sufficiently disclosed neither in foreign nor in Hungarian literature. HANSTRÖM (1928) in his book characterized the nervous system of the Lamellibranchiates on the grounds of the *Unio pictorum*. NAGY (1962) described a gold-yellow pigment in the ganglions but gives only outlines of their general histology. It should be noted that a more exact description of the nervous tissue of the mussel was hindered by the fact that up to now impregnation of the nervous system of lower animals encountered difficulties. The classic methods did not supply satisfactory results to obtain a knowledge of these. In our earlier work (GUBICZA and ZS.-NAGY 1964) we discussed modified methods which are suitable for the impregnation of the neurons and fibres of *Anodonta cygnea*. In the present study the results of the histological examination of the fresh water mussel obtained with these methods are described.

Material and method

Our experimental animal was *Anodonta cygnea* L. originating from a branch of the Danube. Several well proved methods were employed for the histological examination of the *ganglion cerebrale*, *ggl. pedale* and *ggl. viscerale* of fresh water mussel.

1. Modified CAJAL I. proceeding. This block impregnation method is mainly suited to indicate the cells (GUBICZA—ZS.-NAGY 1964).

2. Impregnation of CAUNA's frozen sections worked well in investigation of the fibres but no serial sections can be produced with this method.

3. The paraffin section impregnation method of ROWELL (1963) has been employed for the demonstration of thin fibres.

Beside the impregnation methods the ganglions embedded in paraffin were also stained with VAN-GIESON. The application of this method became necessary for the examination of the connective tissue surrounding the ganglions.

Results

It is characteristic of the ganglions (*ggl. cerebrale*, *ggl. pedale* and *ggl. viscerale*) of fresh water mussels that the neurons and the fibre stock readily separate from each other. The cells are located at the edge of the ganglion as if forming a cortex in which a further arrangement, stratification can not be recognized. The thickness of the cell layer is varying but generally about 200 to 250 μ .

The cells are oval or pyriform and rather varying as to their longitudinal dimension, all measures occurring from 5 to 50 μ . Most frequent are the cells of 5 to 15 μ which mostly occur in groups (*Fig. 1*). The longitudinal dimension of the largest neurons is 3.5 to 40 μ but sometimes 50 to 55 μ are measured. It can be observed that large cells generally occur next to areas where nerve fibres are entering or leaving the ganglion. These large size cells are surrounded by glia cells readily visible also under the light microscope (*Fig. 2*).

As to their processes the majority of the cells are unipolar. Very seldom also bipolar and multipolar cells occur (*Fig. 3*). In the evaluation of serial sections in several cases pyramidoidal cells were observed (*Fig. 4*).

The neurons differ also from the point of view of impregnation. In the large size cells often an area seeming void appears in the cytoplasm (*Fig. 5*). In other cases the plasma is impregnated uniformly (*Fig. 1-2*).

In the central part of the ganglions the neuropile is located which consists almost exclusively of fibres. In it, on the strength of preparations obtained with the FeSO_4 -method, two fibre types can be distinguished which are readily separable from each other. Most frequent are the thin, less impregnated, so-called fine fibres which mostly appear in bundles. The other type is the thick axon impregnated to a dark colour, the diameter of which ranges from 2 to 4 μ . They occur on the pathways entering the ganglion and in the neighbourhood of the large cells. The thick fibres have many forms. Most frequent is the fibre of straight shape which can be also branching (*Fig. 6*). In the *ggl. viscerale* even threefold branching was found (*Fig. 7*). Such, however, could be observed only in one case out of several hundred of sections carefully checked. The continuation of this threefold branching could not be followed in the serial sections. The thick fibres are sometimes undulating (*Fig. 8*). A form of the thick fibre, the varicose fibre, deserves to be especially mentioned. The thickening of these fibres shows the most diversified picture (*Fig. 9*). In some cases they are even branching (*Fig. 10*). Origin and ending of the straight shaped and undulating thick fibres and of the varicose fibres could not be demonstrated.

In the neuropile beside fibres of various types the glia nuclei impregnating to a dark colour are frequent (*Fig. 11*). In the neuropile neurons seldom occur. The medium-size (20 to 25 μ) neurons located here appear, according to our observations, singly or in groups (*Figs. 12 to 13*). In the nerve branches leaving the ganglions beside the fibres these are glia. The ganglions are covered by 5 to 7 μ thick connective tissue.

Evaluating the general histological picture of the *ggl. cerebrale*, *ggl. viscerale* and *ggl. pedale* of *Anodonta cygnea* L. as compared with each other certain differences can be observed. These are the following:

The histological picture of the neuropile in the *ggl. viscerale* shows a higher number of more manyfold nerve elements than that of the two other pairs of ganglions. Whereas in the *ggl. cerebrale* and *ggl. pedale* the presence of thick fibres is unfrequent, in the *ggl. viscerale* they often occur. The double and threefold branching of the thick fibres was only found in the *ggl. viscerale*. The same applies to the varicose fibres. Comparative examination of the ganglions of mussels of identical dimensions revealed further differences concerning distribution of the cells of different dimensions. Most so-called large neurons occur in the *ggl. viscerale*. From the three ganglions in *ggl. viscerale* the lowest number of darkly impregnated glia nuclei were found.

Discussion

On the strength of the general histological examination of the ganglions in *Anodonta cygnea* L. it may be established that all three *ggl.* are divided into a well separated exterior cellular layer and a neuropile consisting of fibres, as in lower animals generally. No such type of layers of the neurons in the mussel's ganglions can be demonstrated as have been described by HANSTRÖM (1928) and M. NAGY (1952). Small and large size cells are mixed together. The nerve fibre bundles leaving the *ggl.* are the axons of the unipolar and multipolar cells of larger dimensions, presumably centrifugal fibres.

In the cellular layer of the ganglions the fibres running parallel with the surface are probably processes of the associative cells. The location of these axons is such that there is a possibility for the formation of axo-somatic synapses as they could be also demonstrated in the cerebral *ggl.* with the electron microscope (ZS.-NAGY 1964).

The peculiar structure of glia cells surrounding a single ganglion cell or cell group appears already under the light microscope. Earlier electron microscopic examinations (ZS.-NAGY 1964) revealed that the glia cells of several layers are arranged around the neuron or neurons thus, that there are intercellular gaps among them and the haemolymph may freely circulate. This makes it probable that the glia cells have a trophic importance in connexion with the neurocyte.

In the ganglions of *Anodonta cygnea* L. no synapses are found as recently demonstrated on the large cells and on the bases of their processes in the *Aplysia ggl. viscerale* by A. ÁBRAHÁM (1963).

General histological examination of the ganglia in *Anodonta cygnea* L. revealed that *ggl. viscerale* contains the most complicated and at the same time more diversified nerve elements. From this fact it may be concluded that the basic life-processes of the fresh water mussel are bound to the *ggl. viscerale* so diversified from the morphological point of view.

Summary

1. It is characteristic of the ganglions of fresh water mussels that the neurons and the fibrous stock are separating from each other.
2. No separation into layers according to the dimensions of cells forming a cortex at the edge of the ganglions can be observed.
3. Longitudinal dimension of the cells ranges from 5 to 50 μ .

4. As to their processes the neurons are unipolar. Bi- and multipolar cells seldom occur.
5. Two further types of neurons can be distinguished according to whether areas seeming void appear in the cytoplasm or they are uniformly impregnated.
6. Some large size neurons are surrounded by glia arranged in layers.
7. In the ganglions there are two types of fibres:
 - a) thin, palely impregnated and
 - b) thick, darkly impregnated fibres which may be of a straight shape, undulating and varicose.
8. The straight shaped and varicose fibres show branchings.
9. In the neuropile, glia nuclei and few neurons occur.
10. Out of the ganglions of the fresh water mussels from the morphological point of view *ggl. viscerale* is the most diversified.

REFERENCES

- ÁBRAHÁM, A. (1963): The structure of the interneuronal synapses in the visceral ganglion of *Aplysia*. — *Acta anat.* **54**, 260—264.
- ÁBRAHÁM, A., E. MINKER (1959): Experimentell-morphologische Untersuchungen über die Innervation der Schliessmuskeln von Süßwassermuscheln. — *Z. Zellforsch.* **49**, 638—654.
- BARANYI, J. B., J. SALÁNKI (1963): Studies on neurosecretion in the central nervous system of *Anodonta cygnea* L. — *Acta Biol. Hung.* **13**, 371—378.
- GUBICZA, A., I. ZS.-NAGY (1964): Comparative study of recognized (classic) and modified impregnation methods on the ganglions of *Anodonta cygnea* L. — *Annal. Biol. Tihany* **31**, 15—21.
- HANSTRÖM, B. (1928): Vergleichende Anatomie des Nervensystems der Wirbellosen Tiere. — *Springer, Berlin*.
- NAGY, M. (1962): Hisztológiai vizsgálatok folyami kagylók ganglionsejtjein. (Histological examinations of the ganglion cells of fresh water mussels.) — *Morf. és Ig. Orv. Szemle* **1**, 29—33.
- PAWLOW, I. P. (1885): Wie die Muschel ihre Schale öffnet. — *Pflüger's Arch.* **37**, 6—31.
- ROWELL, C. H. F. (1963): A general method for silvering invertebrate central nervous systems. — *The Quarterly Journal of Microscopical Science* **104**, 81—87.
- SALÁNKI, J. (1965): Oxygen level as a specific regulator in the rhythmic activity of fresh water mussel (*Anodonta cygnea* L.). — *Acta Biol. Hung.*, **15**, 299—310.
- ZS.-NAGY I. (1964): Electron microscopic observations on the cerebral ganglion of the fresh water mussel (*Anodonta cygnea* L.). — *Annal. Biol. Tihany.* **31**, 147—152.

AZ ÉDESVÍZI KAGYLÓ (*ANODONTA CYGNEA* L.) GANGLIONJAINAK SZÖVET-
TANI VIZSGÁLATA IMPREGNÁCIÓS MÓDSZEREK ALAPJÁN

Összefoglalás

Gubicza András és Zs. Nagy Imre

A szerzők munkájukban az *Anodonta cygnea* L. *ganglion cerebrale*, *ggl. pedale* és *ggl. viscerale* általános szövettani szerkezetét írják le. Az idegdúcok vizsgálatára a módosított CAJAL I., CAUNA és ROWELL-féle impregnációs módszereket alkalmazták. Eredményeik az alábbiakban foglalhatók össze:

Az édesvízi kagylók idegdúcaira jellemző, hogy a sejtés és rostos állomány egymástól jól elkülönül. A ganglionok széli részén kérget alkotó idegsejtek méretük szerinti rétegződése nem figyelhető meg. A sejtek hosszmérete 5—50 μ között változik. Nyúlványait tekintve unipolarisak (5. kép), de kevés bi- és multipoláris sejt (3—4. kép) is előfordul. Az idegsejtek két típusát különböztették meg aszerint, hogy a citoplazmában üresnek tűnő területek mutatkoztak (5. kép), avagy azok egyenletesen impregnálódtak (6. kép). Néhány nagyméretű idegsejtet rétegesen elhelyezkedő glia vesz körül (2. kép).

A dúcokban két, egymástól jól elkülöníthető rosttípust találtak. Leggyakoribb a vékony, halványan impregnálódott rost. A másik rosttípus vastag sötét színre impregnálódott. A vastag rostok kettős és hármas elágazást is mutatnak (7–8. kép) lefutásuk lehet egyenes vagy hullámos (9. kép), legritkább a varixos rost (9. kép), amelyek szintén elágazhatnak (10. kép). A neuropil rostjai között sok gliomag (11. kép) és kevés idegsejt fordul elő (12–13. kép).

Végül megállapították, hogy az édesvízi kagyló idegdúcái közül morfológiai szempontból a *ggl. viscerales* a legváltozatosabb.

ГИСТОЛОГИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ГАНГЛИЕВ БЕЗЗУБКИ (*Anodonta cygnea* L.) ПРИ ПОМОЩИ ИМПРЕГНАЦИИ

А. Губица, И. Ж.-Надь

1. Ганглии беззубки характеризуются тем, что нервные клетки и волокнистый состав отделены друг от друга.
2. Распределение клеток составляющих корковую часть ганглиев, по размеру, не наблюдается.
3. Длина клеток варьирует от 5 до 50 м.
4. Нервные клетки в большинстве случаев являются униполярными. Редко встречаются и би-, и мультиполярные клетки.
5. Можно различать два разных типа нервных клеток в зависимости от того, являются ли при импрегнации в цитоплазме пустые места или же нервная клетка импрегнируется равномерно.
6. Вокруг некоторых нервных клеток большого размера обнаруживается глия, расположенная слоями.
7. В ганглиях наблюдается два типа волокон:
 - а) тонкие волокна, импрегнированные слабо,
 - б) толстые волокна, импрегнированные сильно, которые могут быть прямыми, волнообразными или варикозными.
8. Прямые и варикозные волокна разветвляются.
9. В невропиле обнаруживаются ядра глии и небольшого числа нервных клеток.
10. Среди ганглиев беззубки самым разнообразным является висцеральный ганглий по своим морфологическим свойствам.

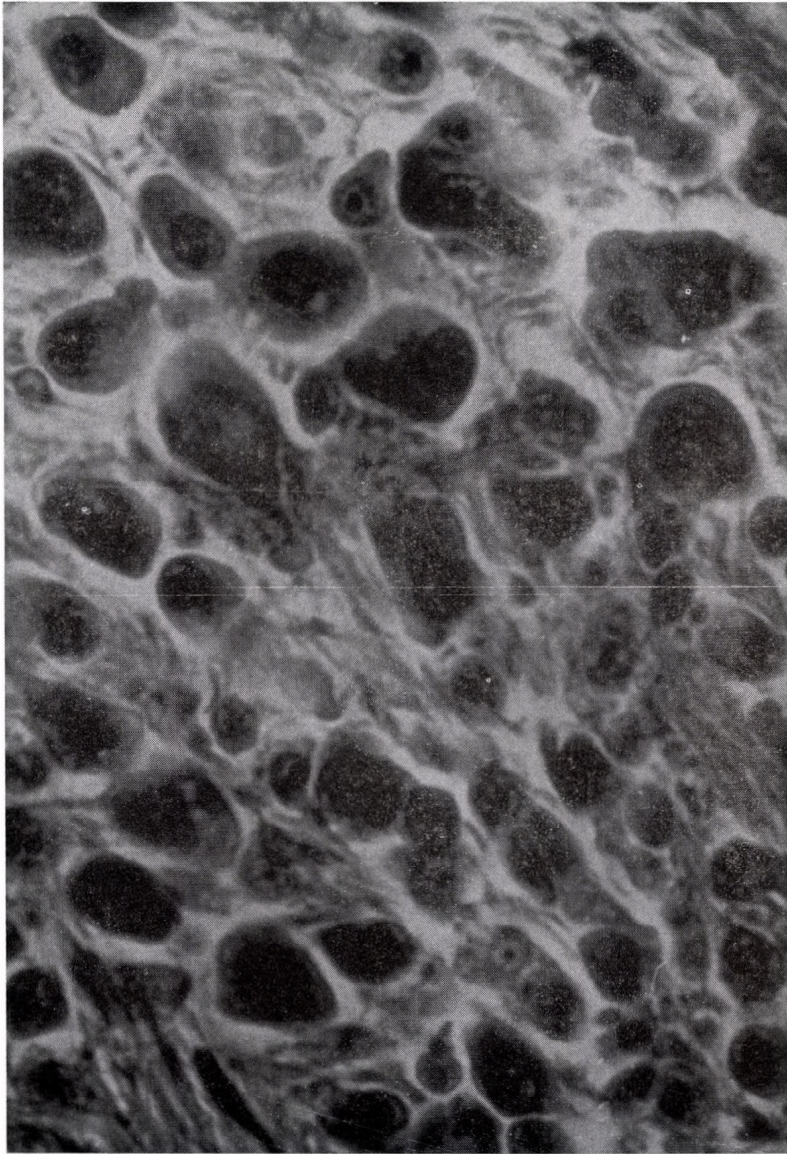


Fig. 1. Small and medium size neurons in the cortical part of ganglion viscerale (820 ×)
1. ábra. Kis és közép méretű idegsejtek a ganglion viscerale kérgi részében (820 × nagyítás)

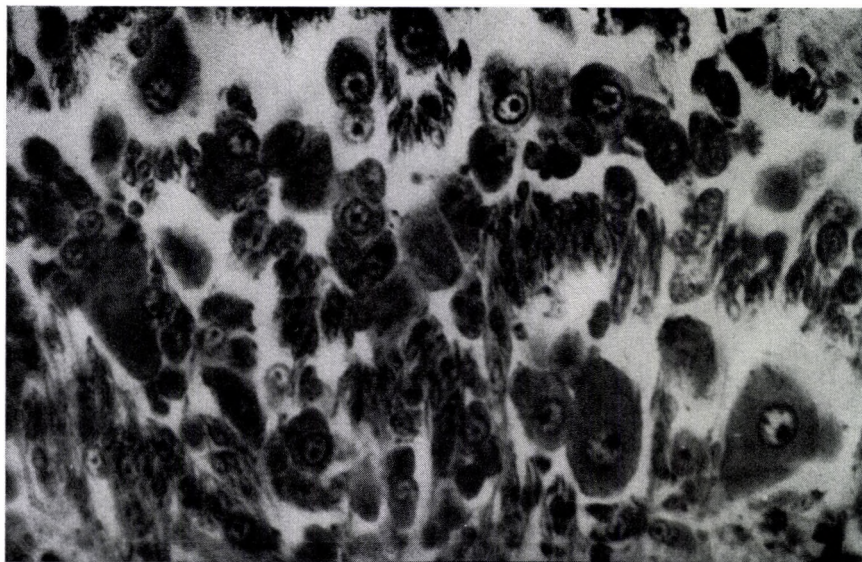


Fig. 2. Large size (35–40 μ) neurons with glia cells arranged around them in layers (500 \times)

2. ábra. A nagyméretű (35–40 μ) idegsejtek a körülöttük rétegesen elhelyezkedő gliasejtekkel (500 \times nagyítás)

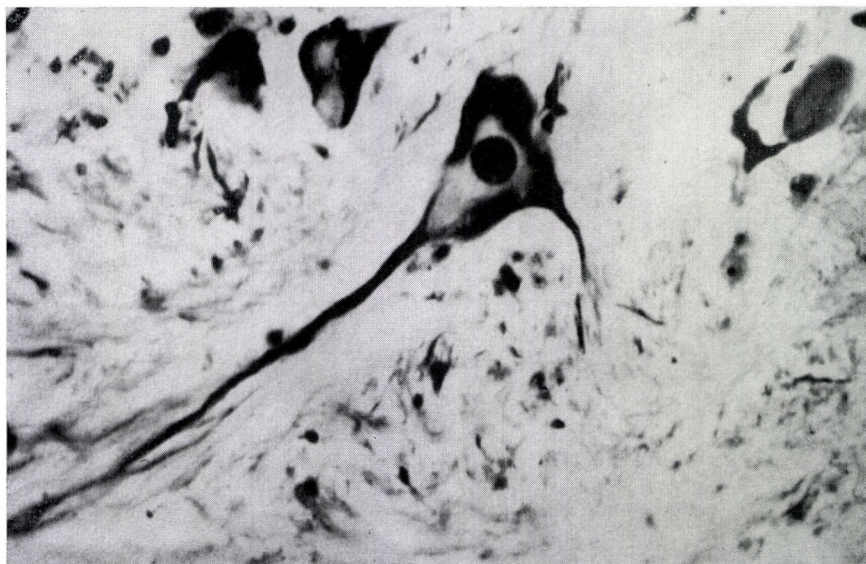


Fig. 3. Multipolar neuron from the cortical part of the *ggl. viscerale* (500 \times)

3. ábra. Multipoláris idegsejt a *ggl. viscerale* kérgi részéből (500 \times nagyítás)

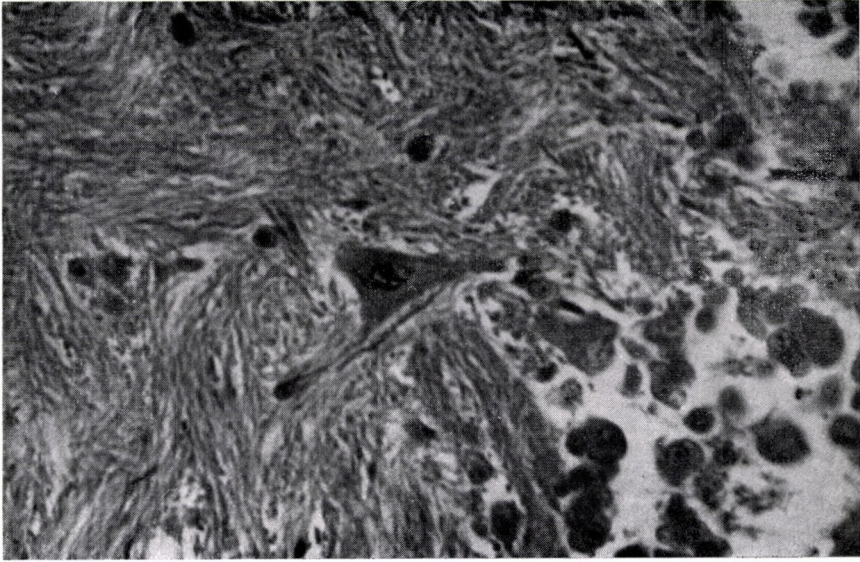


Fig. 4. Pyramidoidal neuron — presumably with several appendages — at the boundary of cortex and neuropile (500×)

4. ábra. Piramis alakú — feltehetően több nyúlványú — idegsejt a kéreg és a neuropil határán (500× nagyítás)

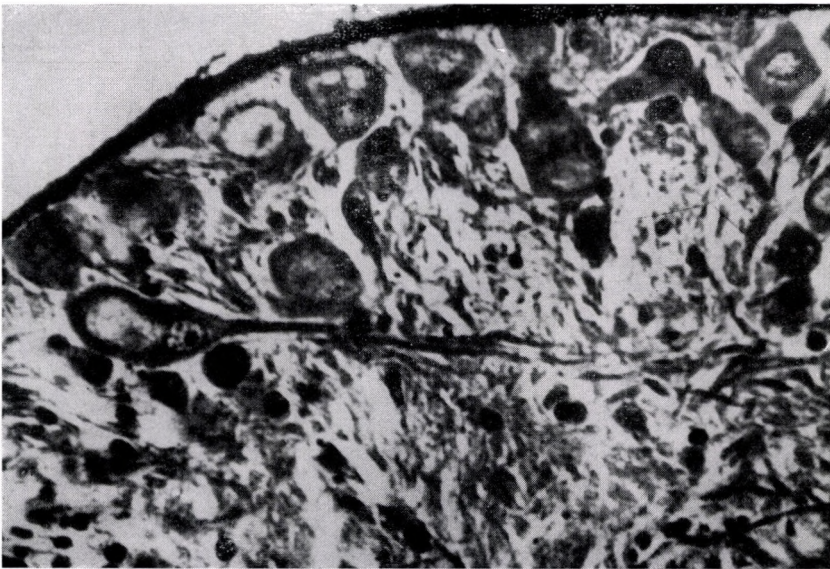


Fig. 5. The cytoplasm of the large size neurons often does not get impregnated uniformly (510×).

5. ábra. A nagyobb méretű idegsejtek citoplazmája gyakran nem egyenletesen impregnálódik (510× nagyítás)

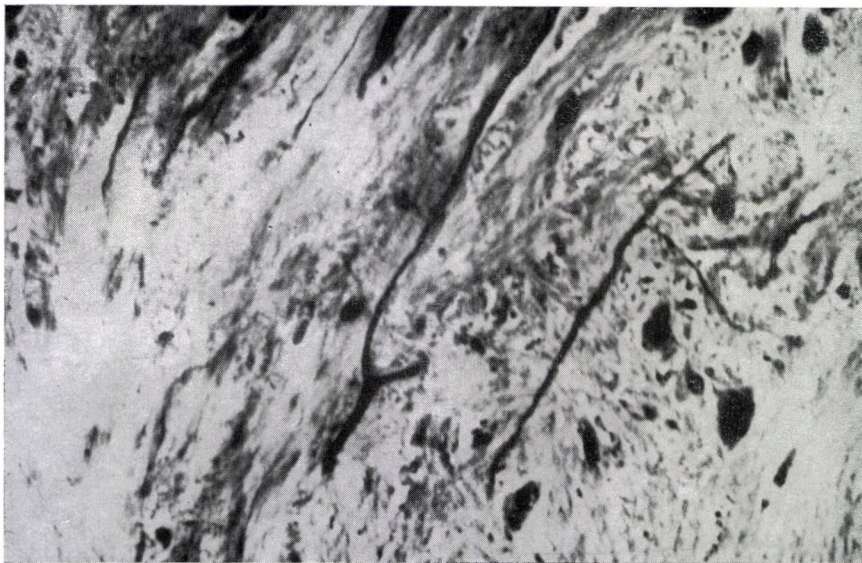


Fig. 6. Straight shaped and branching thick fibre visible in the neuropile of the *ggl. viscerale* (510 \times)

6. ábra. A *ggl. viscerale* neuropiljében látható egyenes lefutású és elágazó vastag rost (510 \times nagyítás)

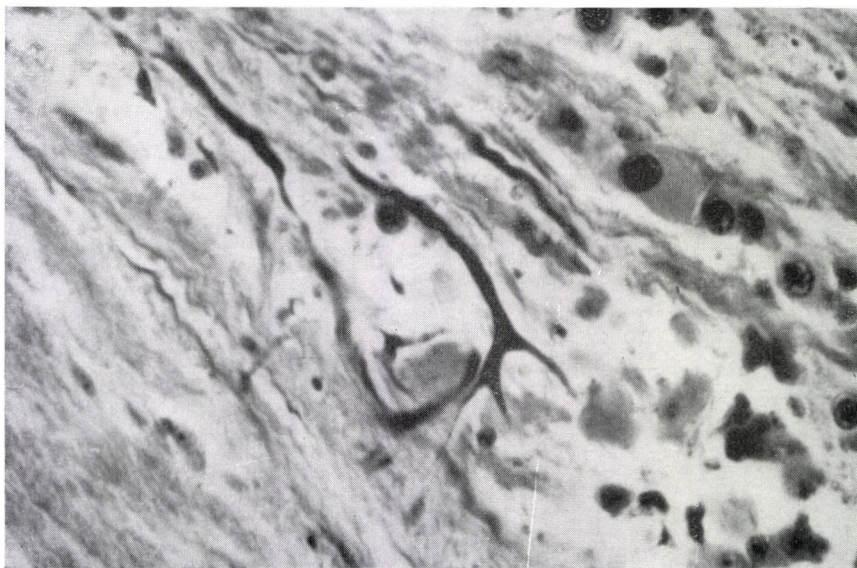


Fig. 7. Threefold branching of the thick fibre of *ggl. viscerale*. The branching fibre is at the boundary of cortex and neuropile (510 \times)

7. ábra. A *ggl. viscerale* vastag rostjának hármass elágazása. Az elágazó rost a kéreg és a neuropil határán van (510 \times nagyítás)

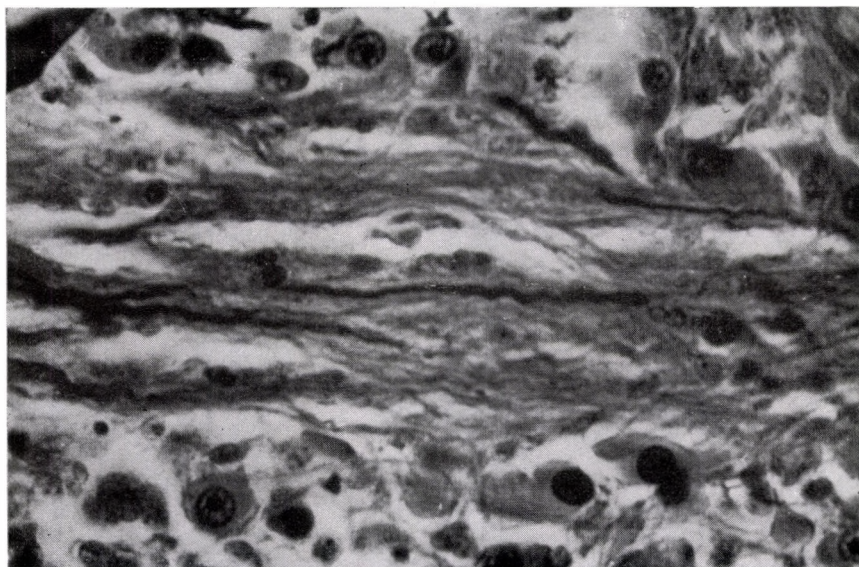


Fig. 8. Undulating fibres from the *ggl. viscerales* (500 \times)
8. ábra. Hullámos lefutású rostok a *ggl. viscerales*ből (500 \times nagyítás)

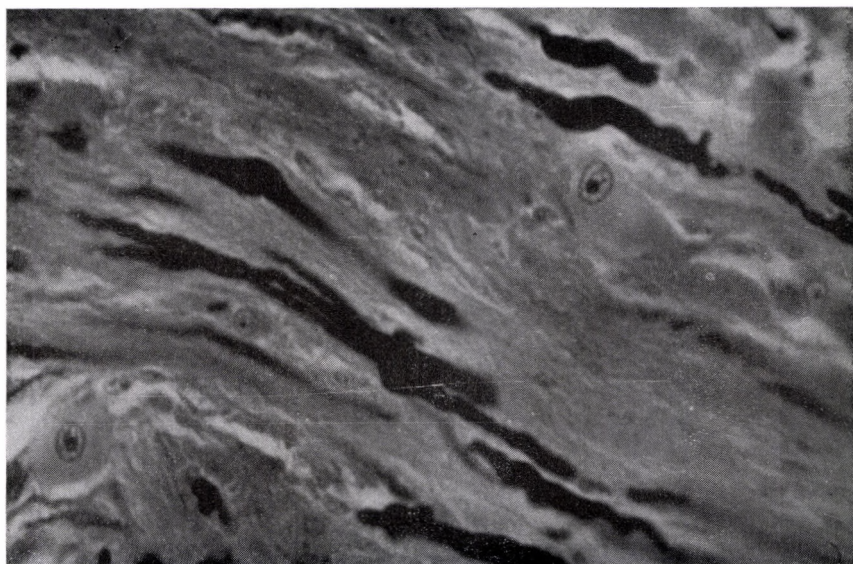


Fig. 9. Varicose fibres in the *ggl. viscerales* (500 \times)
9. ábra. Varixos rostok a *ggl. viscerales*ban (500 \times nagyítás)

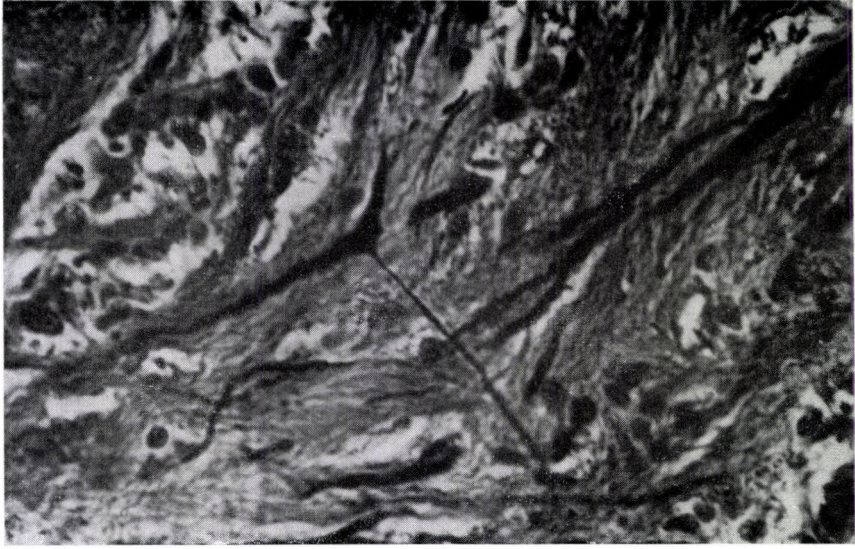


Fig. 10. Branching varicose fibre (500×)
10. ábra. Elágazó varixos rost (500× nagyítás)

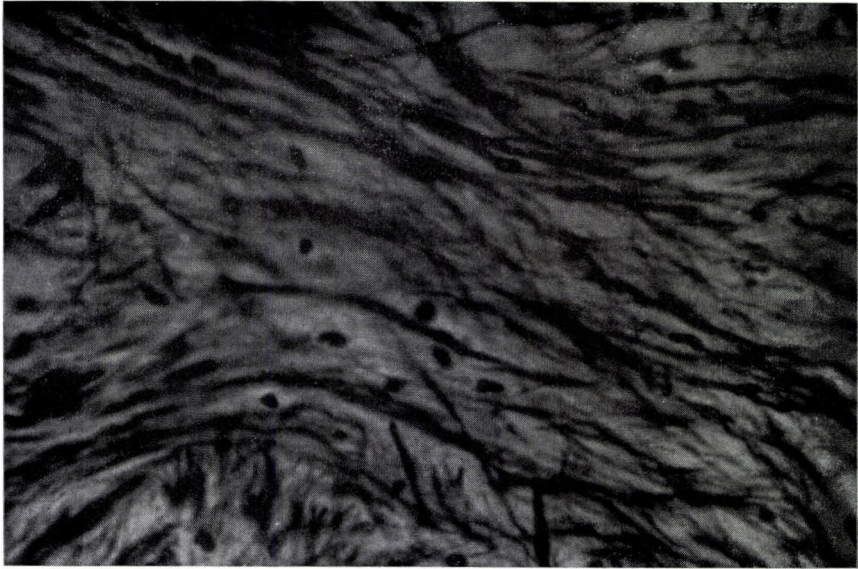


Fig. 11. Detail of the neuropile where only neurons and glia nuclei are found (500×)
11. ábra. A neuropil egy részlete, ahol csak idegrostok és a gliamagvak találhatóak (500× nagyítás)

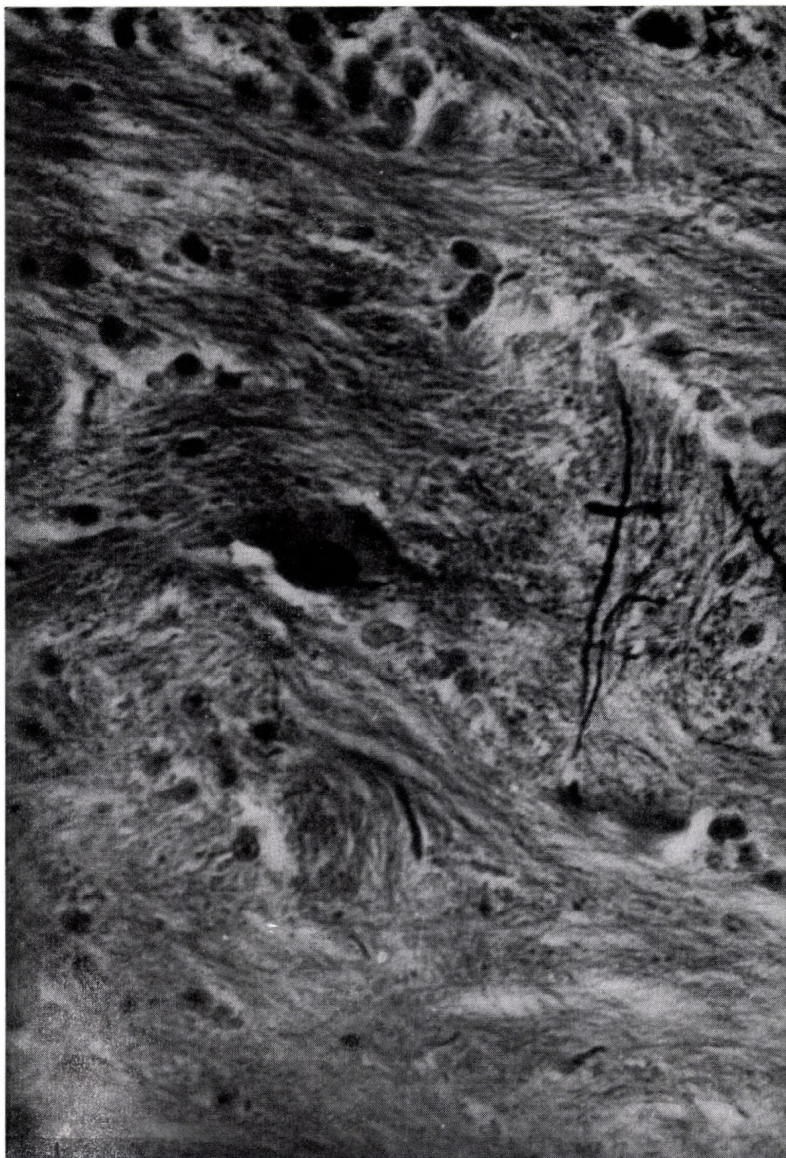


Fig. 12. Neuropile with one neuron (500×)
12. ábra. Neuropil egy idegsejttel (500× nagyítás)

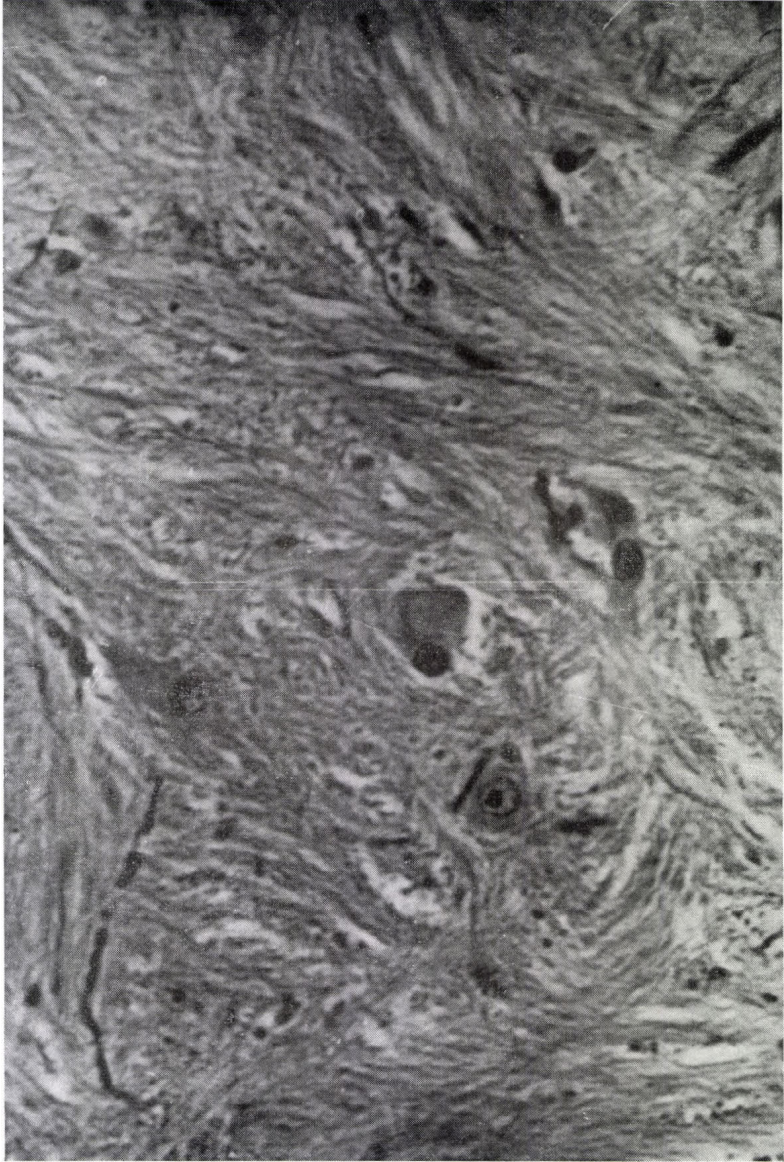


Fig. 13. Neuropile with several neurons (500×)
13. ábra. Neuropil több idegsejttel (500× nagyítás)

**THE EFFECT OF THE CHANGE OF ELECTRODE DIMENSIONS
AND DISTANCE ON THE ACTION POTENTIAL INDUCED
BY ELECTRIC EXCITATION OF THE UNMYELINATED NERVE
ANODONTA CYGNEA L.**

ELEMÉR LÁBOS

Received: March 31st 1965

The cerebrovisceral connective (CVC) of the fresh water mussel (*Anodonta cygnea* L.) is paired nerve consisting of 0.1–2 μ diameter unmyelinated elementary fibres (LÁBOS, ZS.-NAGY, BENKŐ, SALÁNKI 1963).

The shape of the action potential induced by electric excitation is very manyfold (ZHUKOV, 1946, KAHN and KUZNETZOV 1938, SALÁNKI, LÁBOS 1964).

In the following, using square wave electric excitation and RC amplification of 0.75 sec time constant we are going to systematically examine the effect of some conditions of stimulation earthing and recording — in the first place of distance between the electrodes and electrode dimensions — on the shape of the action potential, the size, number and polarity of its components.

The question is topical because some contradictions can be observed examining the electrophysiological properties of the nerve which may be summarized as follows:

1. Acting with various pharmacons on the CVC one component of the action potential induced by electric excitation in every case remained unchanged although some components beyond doubt changed (SALÁNKI, LÁBOS 1964).

2. In the determination of velocity of conduction a difference arises between literary data (ZHUKOV 1946) and our own values (LÁBOS and SALÁNKI 1964).

3. Number and size of the components related to each other showed deviations which can not be explained by differences of the stimulus-parameters.

4. The artefact is in all cases substantially differentiated. This points to the fact that the action potential led with RC amplification is itself distorted, showing more components than are in reality.

The above facts and a communication of GASSER (1960) prompted us to subject the effect of the methodical assumptions to a careful examination. GASSER changed the distance of the leading electrodes in the course of common bipolar lead and observed at a certain length the phenomenon of the so-called "lead separation effect" which appears as a positive wave in the action potential, does not reflect a new component and is regarded by GASSER as a biophysical property of the normal nerve fibre which is connected with the longitudinal polarisation. GASSER, applying a proper technique (delayed integration) obtained that the fibre spectrum of the saphenus nerve of cat became considerably more homogeneous and a more direct connection with the histological fibre spectrum could be demonstrated. Thus it appeared that waves which were considered as important do not reflect any fibre group.

A similar problem exists concerning the CVC of the fresh water mussel. The electron microscopic fibre spectrum is considerably more homogeneous than the action potential, even in the case when in the theoretical reconstruction of the action potential a certain connection between fibre diameter, fibre cross section, velocity of conduction and amplitude is assumed (LÁBOS, ZS.-NAGY, BENKŐ, SALÁNKI 1963).

Results of the technique applied by A. GASSER (1960) are reminding us as pointed out by GASSER himself that the biophysical properties of the nerve and the mechanism of the spreading of waves are not sufficiently known. Probably beside the geometrical data of the fibres other factors not directly connected with these are involved in the formation of the velocity of conduction.

In the following some controversial issues are raised in the case of a nerve in which the methodical conditions on account of the great longitudinal resistance of the nerve are stressed. The high longitudinal resistance is a consequence of the low values of the elementary fibre diameter (LÁBOS and co-workers 1962). The ohmic resistance of 1 cm of the frog's ischiadicus is 40—60 k Ω while the resistance of 1 cm of CVC is 15—20 times greater. This conditions for the observation of the lead — separation — effect are 20 times more favourable.

Method

The freshly excised nerve was kept in MARCZINSKY's (1959) physiological solution until the lead off. The composition of the solution is 1.23 g CaCl₂, 5.12 g MgCl₂·6H₂O, 0.04 g MgSO₄ · 7H₂O, 0.76 g KCl, 28.3 g NaCl, 0.08 g NaBr·2H₂O, 0.35 g NaHCO₃ ad 1000 ml aqua dest. This basic solution must be further diluted with distilled water in the 4 : 96 ratio.

In the course of leading and excitation the nerve was placed in paraffin oil.

The leading and stimulating electrodes were 0.15 mm diameter Ag wires while the earth plate was Ag-plate.

The stimulator used has cathode output and its parameters can be changed independently of each other. Single square wave impulses were employed. There was generally no isolator between preparation and nerve but in some cases high frequency isolator was used.

The RC amplifier used was of 0.75 sec time constant; its input was symmetric. The values of the grid leak resistance: $2 \times 3.3 \text{ M}\Omega$.

Results and discussion

1. Stimulation and lead off with 3 electrodes

Since two electrodes are needed for each excitation and lead, one of the three electrodes is a common leading and stimulating electrode. Such type of leading-excitation is the local lead (*Fig. 1/A*). One of the electrodes of the cathode output stimulator (500 or 2000 Ω cathode resistance) is grounded and thus the common electrode will be earthed since otherwise it could not carry out the absolutely necessary "anti-interference filter" function because it does not fall between the loci of stimulation and lead.

Consequently in this case the lead is anyway asymmetric.

CVC is a nerve of high resistance. The resistance of its 1 cm stretch is 0.7–1 M Ω depending on the diameter of the nerve. In the following the influence of the situation related to each other of the stimulating earth and leading electrode on the properties of the action potential led was examined. Presumably it is the consequence of the high resistance of the nerve fibre that slight electrode dislocations are accompanied by considerable changes on the action potential.

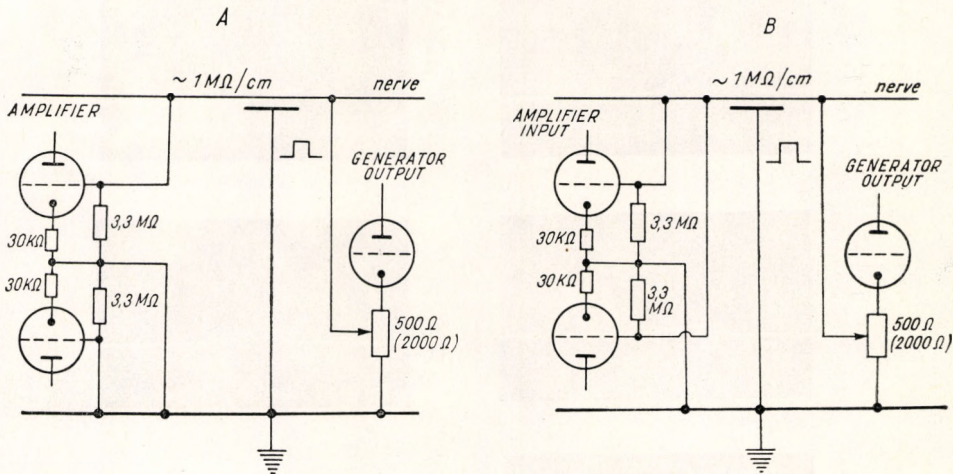


Fig. 1. A) Excitation and leading off with 3 electrodes. Connection between nerve, output and amplifier input
B) Excitation and leading off with 4 electrodes

1. ábra. A) Ingerlés és elvezetés 3 elektródával. Az ideg, az ingerlőkimenet az erősítőbemenet kapcsolata. B) Ingerlés és elvezetés 4 elektródával.

a) The change of the \overline{SG}_1 distance

Increase of the \overline{SG}_1 distance is accompanied by the same type of changes of the action potential as the reduction of nerve tension or period with a constant \overline{SG}_1 distance (Figs. 2, 3). The effect of the increase of the \overline{SG}_1 distance can be compensated e.g. with the increase of the voltage.

One of the causes of the phenomenon is that 1 mm electrode motion means the putting in the stimulating circuit of 70–100 k Ω resistance which leads to a reduction of the current. On the other hand, beside the decrease of the effective excitation, the geometrical conditions of the origin of the impulse are different. The importance of the latter factor is less conspicuous in this experiment. The exact role of the capacitive factor can not be appreciated but beyond doubt the equivalent circuit of the passive elements of the system from the view point of signal transmission is an RC circuit of resistance output, since the artefact is highly differentiated even in the case of a stimulation signal of a few msec, which can not be distorted so far by the 0.75 sec time constant of the RC amplifier. This means that for the stimulation signal the nerve behaves as a system of small time constant, while in the development of the action potential the longitudinal resistance of 1 M Ω /cm is effective

which speaks in favour of a high time constant of the system. It may be explained by thin electrolyte-layer on the surface of the nerve.

Thus the analysis of the results obtained by the change of \overline{SG}_1 distance reveals that the reduction of amplitude observed at the increase of electrode distances can not be absolutely regarded as a mark of the decremen-

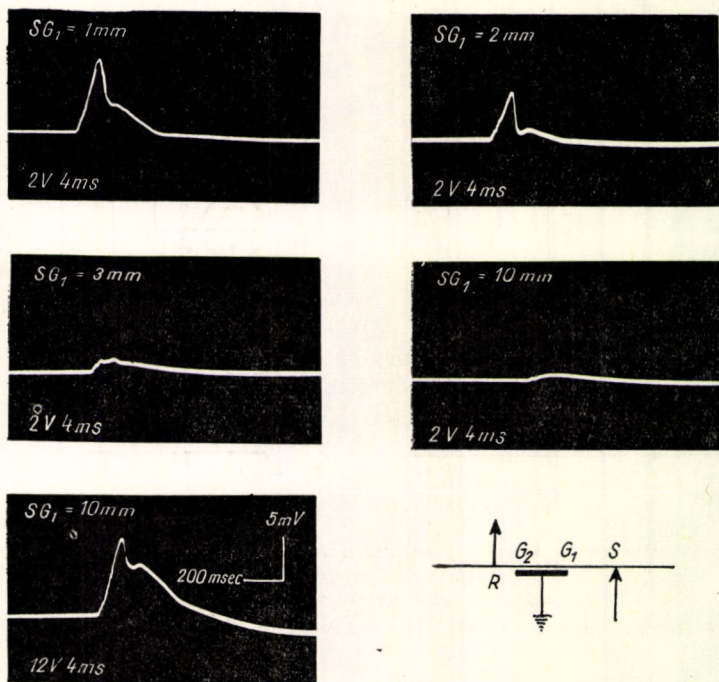


Fig. 2. The external of the excitation circuit is increasing (the \overline{SG}_1 stretch increases, the electrode S moves off). The value of the potential led off diminishes. On the last Figure it can be seen that with the increase of the voltage the effect can be over-compensated

2. ábra. Az ingeráramkör külső ellenállása növekszik (\overline{SG}_1 szakasz nő, az S elektród távolodik). Az elvezetett potenciál nagysága csökken. Az utolsó ábrán látható, hogy az ingerfeszültség növelésével a hatás túlkompenzálható

tal impulse led of the nerve even if one of the electrodes is stimulating while the other leading (or earth). This phenomenon is called pseudo-decrement. Stimulation with constant current is necessary in the course of further investigations.

The dependence of the amplitude on \overline{SG}_1 is linear on an interval only (Fig. 3).

b) Effect of change in length of the earth electrode

Application of an earth electrode of great extension makes the locus where the excitation arises uncertain, since in a cathode output stimulator the negative pole is the earth electrode which generally used to be a plate of

a few mm length. The locus where the impulse originates is the negative pole which here — as evidenced by the experiments discussed below — must be longer than 5 mm. This, in the case when the other electrodes are near the earth electrode, with a lead either asymmetrical or symmetrical (*i.e.* when there is no common electrode between the excitation circuit and the lead) may cause a very considerable error in the determination of velocity of lead. From

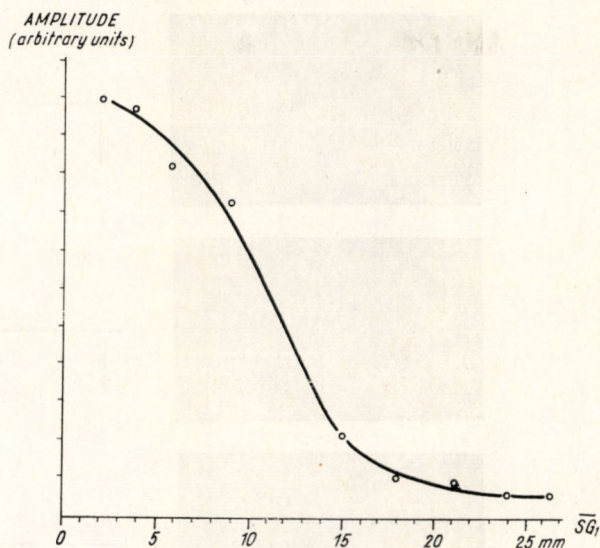


Fig. 3. Abscissa: distance \overline{SG}_1 . Ordinate: the value of the highest component. Other conditions are unchanged

3. ábra. Abszcissza: \overline{SG}_1 távolság. Ordináta: a legmagasabb komponens nagysága. Egyéb körülmények változatlanok

here it originates that apparently the velocity of conduction depends also on the pathway of impulse.

Therefore we must endeavour to reduce the size of the earth electrode. Keeping the distance \overline{SR} and \overline{SG}_1 at a constant value, when reducing the size of the earth electrode the following phenomena can be observed (*Fig. 4*):

1. the amplitude of the potential led off increases,
2. the period of the potential led off decreases,
3. the distribution is of a lesser degree, no components can be separated,
4. the differentiated artefact and the slow potential at an earth length value "separate" from each other (at 5—7 mm) or flow together respectively.

The essence of the phenomenon is, consequently, "synchronization" with the reduction of earth length and "desynchronization" with its increase. The "separation" between the action potential and the artefact points to the character of non-continuous of the function describing the connection between some parameters of the induced potential and the earth length.

The stimulation effect, the current density are decreasing under the large electrode, this is why the potential led off is smaller at a great earth length.

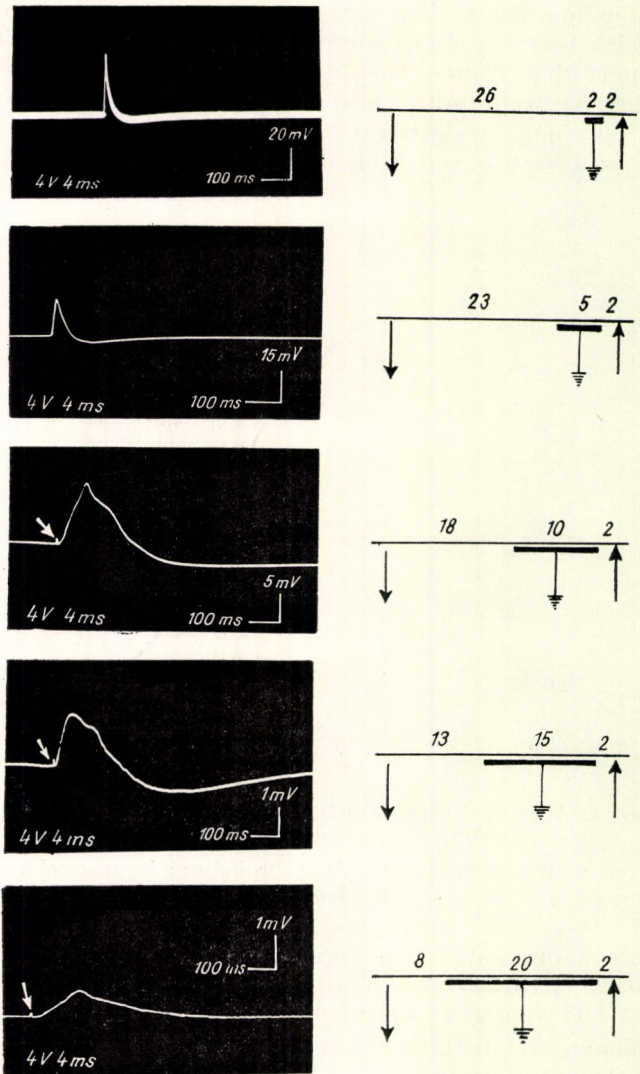


Fig. 4. Increasing the length of the earth electrode. The arrow leading to comes from the warm point of the out put of the excitor, while the arrow leading off from the free grid of the amplifier. Numerals in mm signify the data for length

4. ábra. A fölelektrod hosszának növelése. Az odavezető nyíl az ingerlő kimenetének meleg pontjától az elvezető nyíl az erősítő szabad rácásától jön. A számok mm-ben a hosszúság-adatokat jelentik

The disintegration into components may be the consequence of increased differentiation which is equivalent to the reduction of the time constant of the system.

Under an earth electrode length of about 5 mm for the greatest part the behaviour of an amplifier is reflected which has received a too great input

signal. In such cases the action potential and the artefact can not be distinguished that is the "irruption of stimulus" covers the impulse. It is probable that the slow signal remaining after the application of the blocking pharmacons is the artefact caused by the irruption of stimulus which on account of the

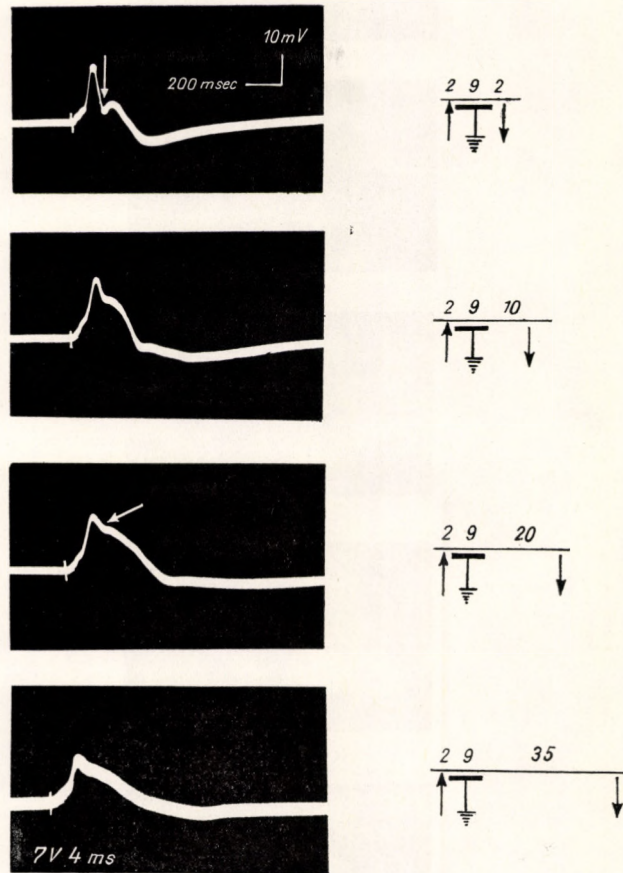


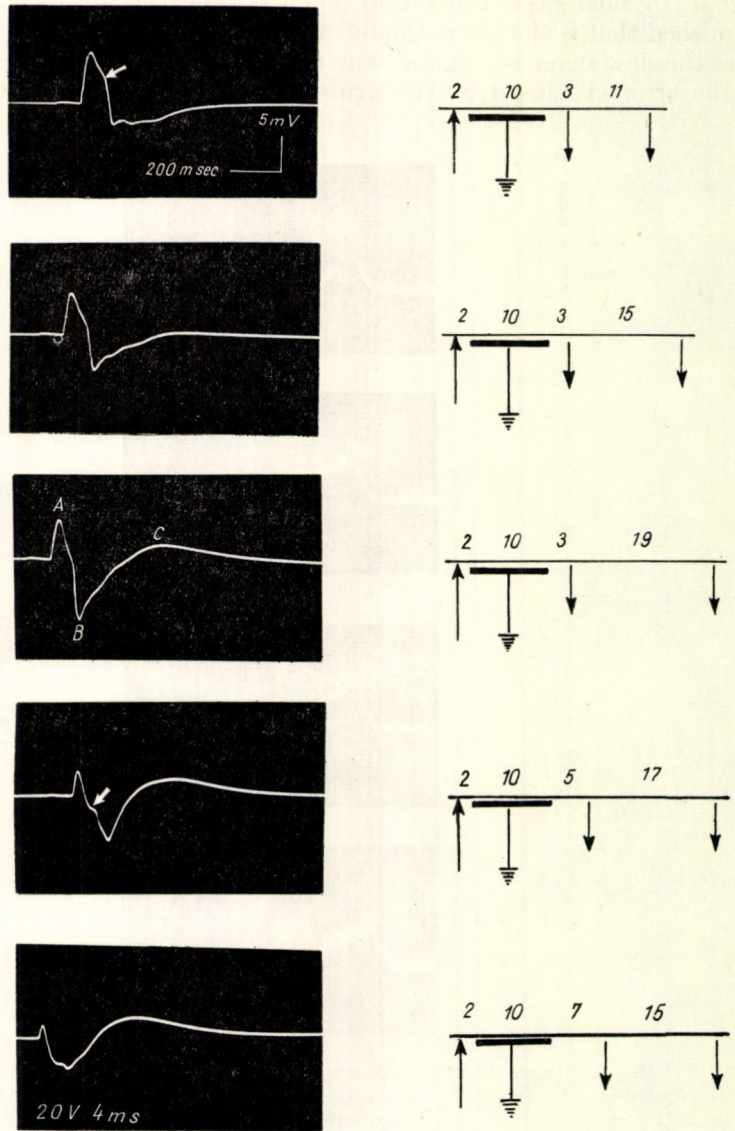
Fig. 5. Effect of increasing the distance between the active electrode leading off and the earth electrode. The figures in mm stand for the data of length. For explanation of the arrow see text

5. ábra. Az aktív elvezető elektród és a földelektród közötti távolság növelésének hatása. A számok mm-ben jelentik a hosszadatokat. A nyíl magyarázatát lásd a szövegben

capacity of the system extends in time to several times 10 msec. This is supported by experiments on died nerves and unliving filaments.

c) The effect of the change of the \overline{RG}_2 distance

The effect of changes in \overline{RG}_2 distance at a constant value of the earth length and the SG_1 stretch is shown in *Fig. 5.* where the increase of the size of the wave marked with an arrow and the high, elongated character of the late



6. ábra. Elvezetés 4 elektródával
 Fig. 6. Leading off with 4 electrodes

components is seen. Also the value of the greatest component and the "after potential" is diminishing.

The change marked with an arrow is — in our opinion analogous with the "lead separation effect" described by GASSER. Leading off an action potential from the *n. saphaeus* of a cat GASSER observed the phenomenon within the quickest fibre group. In the present case it is more pronounced, a cause of which in our opinion may be the great resistance of the nerve.

LORENTE DE NO (1947 and 1959) and P. MUELLER (1958) who examined the phenomenon, came to the conclusion that it is the consequence of longitudinal polarisation and may have a role in the normal conduction of impulse. The question evidently requires analysis because it influences many hypotheses built on fibre spectrum analysis.

2. Leading off with 4 electrodes

With a bipolar symmetrical lead (*Fig. 1 B*) the classic two-phase potential must be obtained. The action potential seen on *Fig. 6* shows the biphasic picture of a potential with 2 components. Keeping constant the other electrode distances the abduction of the distal electrode leads to the deepening of the late phase.

At the motion of the proximal electrode the first component diminishes while the other phase shows less change and the after potential significantly increases. The potential essentially gets reversed.

The explanation of the phenomena observed is not simple because the difference in resistance of the stretches between the electrodes leading off spoils the symmetry of the input. Thinking in the usual terms the lowering of the deflexion marked with an arrow and the considerable changes of the proportions of the main waves (A, B, C) can not be explained. The solution must be sought in the different mode of spreading of the components of the impulse wave. At any rate it is beyond doubt that a significant part of the after potential is a consequence of the 2. phase and it may be assumed that the phenomenon manifests itself also in the essentially bipolar asymmetric lead.

Conclusions and summary

1. From the cerebrovisceral connective (CVC) of *Anodonta cygnea* L. action potential was led off with RC amplifier ($T = 0.75$ sec) excited by square impulse.

2. The amplifier used is of symmetric input ($2 \times 3.3 \text{ M}\Omega$) the impulse of cathode output ($\sim 1000 \Omega$) the nerve of high resistance ($1 \text{ M}\Omega$ per cm).

3. Excited with three electrodes the change of the electrode distances had the following effect on the action potential:

a) Upon the increase of the distance of the stimulating pair of electrodes the action potential decreased very strongly and on a stretch linearly. The phenomenon is ascribed to the decrease of the stimulating current.

b) Increase of the earth electrode (plate) length led to the decrease of the initially uniform artefact-action potential complex, to desynchronisation and separation of the artefact. Possible changes in the equivalent of the system were discussed. The phenomenon points to a connexion between the initial component and the stimulus irruption. Uncertainty of velocity measurement is due to the impulse of large extent.

c) Increase of the distance between electrodes leading off points to the "lead separation effect" (GASSER).

4. Data obtained during the course of "symmetric" bipolar leading off seem to point out that symmetry can be hardly realized in the case of a nerve of high resistance. The reversal of the potential and the shifting of the proportions of components point to the complicated mechanism of wave spreading.

5. The factors examined point to some causes of the "variability" of the action potential which can not be left out of consideration when discussing the importance of the components.

LITERATURE

- GASSER, H. S. (1960): Effect of the Method of Leading on the Recording of the Nerve Fiber Spectrum. — *J. Gen. Physiol.* **43**, 927—940.
- KAHN, J. L., D. P. KUSNEZOV (1938): Decrement conduction of excitation in non medullated nerve commissure of Anodonta. — *Bull. Biol. Med. Expl.* **6**, 3—5.
- LÁBOS, E., I. ZS.-NAGY, K. BENKŐ, J. SALÁNKI (1963): Electrophysiological and electron-microscopic studies on the fibre composition of the cerebrovisceral connective of Anodonta cygnea L. — *Annal. Biol. Tihany* **30**, 59—65.
- LORENTE DE NO (1947): *Studies from The Rockefeller Institute for Medical Research.* **131**, 257. cited by GASSER.
- LORENTE DE NO (1959): *Proc. Nat. Acad. Sci.* **45**, 592. cited by GASSER. H. S. (1960): J. ben.
- MUELLER, P. (1958): *Exp. Cell. Research Suppl.* **5**, 118. cited by GASSER. *Physiol.* **43**, 927—940.
- (ZHUKOV, JE. K.) (1946): Жуков, Е. К.: Некоторые закономерности эволюции возбуждения. Ж. общ. биол., 7, 435—453.
- SALÁNKI, J., E. LÁBOS (1964): Reflex investigations on the visceral ganglion of the fresh water mussel (Anodonta cygnea L.). — *Annal. Biol. Tihany* **31**, 123—132.

ELEKTRÓDAMÉRET ÉS TÁVOLSÁG VÁLTOZTATÁSÁNAK HATÁSA VELOHÜVELYMENTES IDEG ELEKTROMOS INGERREL KIVÁLTOTT AKCIÓS POTENCIÁLJÁRA

Lábos Elemér

Összefoglalás

1. *Anodonta cygnea* L. cerebrovisceralis konnektivumáról (CVC) vezettünk el akciós potenciált RC erősítővel ($T = 0,75$ sec) négyszögimpulzussal ingerelve.
2. A használt erősítő szimmetrikus bemenetű ($2 \times 3,3 M\Omega$), az ingerlő katód-kimenetű ($\sim 1000 \Omega$), az ideg nagy ellenállású volt ($1 M\Omega$ cm-ként).
3. Három elektródával ingerelve az elektródatávolságok változtatása a következő hatással volt az akciós potenciálra:
 - a) Az ingerlő elektródapár távolságának növelésére az akciós potenciál igen erősen és egy szakaszon lineárisan csökkent. A jelenséget az ingeráram csökkenésének tudjuk be.
 - b) A földelektród (lemez) hosszának növelése a kezdetben egységes artefaktum akciós potenciál komplex csökkenéséhez, deszinkronizációhoz és az artefaktum leválásához vezet. Taglaltuk, hogy a rendszer ekvivalensében ez milyen változást eredményezhet. A jelenség a kezdeti komponens és az ingerbetörés összefüggésére utal. A sebességmérés határozatlansága a nagykiterjedésű ingerlés miatt áll fenn.
 - c) Az elvezető elektródák távolságának növelése a „lead separation effect”-re utal (GASSER).
4. A „szimmetrikus” bipoláris elvezetés során kapott adatok rámutatnak arra, hogy a szimmetria nagy ellenállású ideg esetén alig valószínű meg. A potenciál megfordulása és a komponensek arányainak eltolódása a hullámterjedés bonyolult mechanizmusára utalnak.
5. A vizsgált tényezők rámutatnak az akciós potenciál „változékonyságának” néhány okára, amelyek a komponensek jelentőségének taglalásakor figyelmen kívül nem hagyhatók.

ВЛИЯНИЕ ИЗМЕНЕНИЯ РАССТОЯНИЯ И РАЗМЕРА ЭЛЕКТРОДОВ НА ПОТЕНЦИАЛ ДЕЙСТВИЯ БЕЗМИЕЛИНОВОГО НЕРВА, ВЫЗВАННЫЙ ЭЛЕКТРИЧЕСКИМ РАЗДРАЖЕНИЕМ

Э. Лабаш

1. Автор отводил потенциал действия с церебро-висцерального коннектива (ЦВК) беззубки (*Anodonta cygnea* L.) при помощи усилителя типа RC ($T = 0,75$ сек) после раздражения его прямоугольными импульсами.

2. Применяемый усилитель имеет симметричный вход ($2 \times 3,3$ М), выход у стимулятора — катодный ($\sim 1000 \Omega$), сопротивление нерва было большим ($1 \text{ M}\Omega$ по 1 см).

3. При раздражении и отведении с тремя электродами изменение расстояния электродов привело к следующим изменениям в потенциале действия:

а) при увеличении расстояния раздражающих электродов потенциал действия сильно снижается, это снижение было линейным на определенном участке. Это явление объясняется снижением раздражающего тока,

б) увеличение длины заземляющего электрода (пластинки) приводит к снижению и к десинхронизации комплекса артефакта потенциала действия, и потом артефакт отделяется от потенциала действия. Это явление указывает на взаимосвязь начального компонента и вхождения раздражения. Неопределенность измерения скорости наступает вследствие большого распространения раздражения,

в) увеличение расстояния отводящих электродов указывает на принцип «lead separation effect» (Gasser).

4. Данные, полученные при «симметричном» биполярном отведении, указывают на то, что симметрия на нерве с большим сопротивлением почти неосуществляема. Поворот потенциала и изменение пропорции компонентов указывают на сложный механизм распространения волн.

5. Изученные явления показывают некоторые причины «изменчивости» потенциала действия, которыми нельзя пренебречь при анализе значения отдельных компонентов потенциала действия.

**INFLUENCE OF METABOLIC INHIBITORS ON LIGHT
SENSITIZED CONTRACTIONS BY ERYTHROSIN IN MUSSEL'S LARVAE
(*ANODONTA CYGNEA* L.)**

ELEMÉR LÁBOS

Received: March 15th. 1965.

It has been established under previous investigations, that the larvae of fresh-water clam (*Anodonta cygnea* L.) display motor activity in the presence of certain xanthene dyes — eosin, erythrosin, rose bengal, phloxine — if exposed to visible light. Light sensitization is more effective if the fluorescence energy yield of the sensitor is smaller (LÁBOS 1965 a). Monovalent electron-donors, as serotonin and chlorpromazine may influence considerably the reaction (LÁBOS 1965 b). It has been demonstrated in the case of chlorpromazine that this agent may react also with rose bengal, erythrosin and in a lesser degree with eosin and may presumably form with them complexes showing at a greater wavelength maximum absorption in the visible spectrum than the stains themselves (LÁBOS 1965 c). The fact that light response is effectively eliminated by cysteine indicates that in the course of light sensitization phenomena analogous to processes occurring in high energy radiation effects are involved (LÁBOS 1965 b).

In this present paper the effect of some substances on contraction sensitized to light by erythrosin is investigated. The inhibitory influence of these agents in the concentrations applied at various stages of the metabolism of the living system is known (HOCHSTER — QUASTEL 1963). In this work it was not intended to perform quantitative studies of kinetic character.

It seems obvious from previous investigations that light reaction is founded also on endogenous energy basis (LÁBOS 1965 b), though the absorbed and in the form of fluorescence nonemitted light energy is in direct connection with the reaction. For this reason our discussion is connected with the energy production of the affected metabolic processes. Of course the metabolic inhibitors may interfere also in more primary physical and chemical processes.

Methods

The experiments were conducted on mature glochidia of *Anodonta cygnea* L. in winter months. 100 glochidia were used for investigating the effect of the inhibitors each. The influence of the dye-solution used as control was also examined on 100 glochidia under equal conditions. The larvae were divided into groups of 25 and were put in twice filtrated Balaton-water. After control examinations the water was syphoned down and the investigated dye solution or the mixture of the dye-solution and the inhibitor was poured on the larvae in exchange. In some cases the animals were preincubated in the inhibitory

agent. Preincubation did not cause essential changes if subsequent to it a mixture of inhibitor and dye-sensitizer was applied. Smaller effect was produced if only dye-solution was applied after preincubation. The concentration of control stain solution and the illumination was adjusted that approximately 100% of the larvae should enter into the condition of lasting tonic contraction within 10–20 minutes (25 $\mu\text{g}/\text{ml}$ or 28.5 μM erythrosin).

Illumination was supplied by 15 watts tungsten incandescent lamp from 150 mm distance and at an incidence of 50° . The agents used were: KCN, NaF, NaN_3 , thiosemicarbazide (TSC), monoiodo acetic acid, hydroxylamine, erythrosin B (525 $\text{m}\mu$), 2,4-dinitrophenol (DNP).

Results

1. The influence of monoiodo acetic acid and NaF

Light reaction observable in the presence of erythrosin was not influenced by the applied 100 $\mu\text{g}/\text{ml}$ (0.54 and 2.4 mM respectively) concentration of monoiodo acetic acid and NaF. In the number of rhythmic contractions there was no deviation until the end of the reaction neither in the case of con-

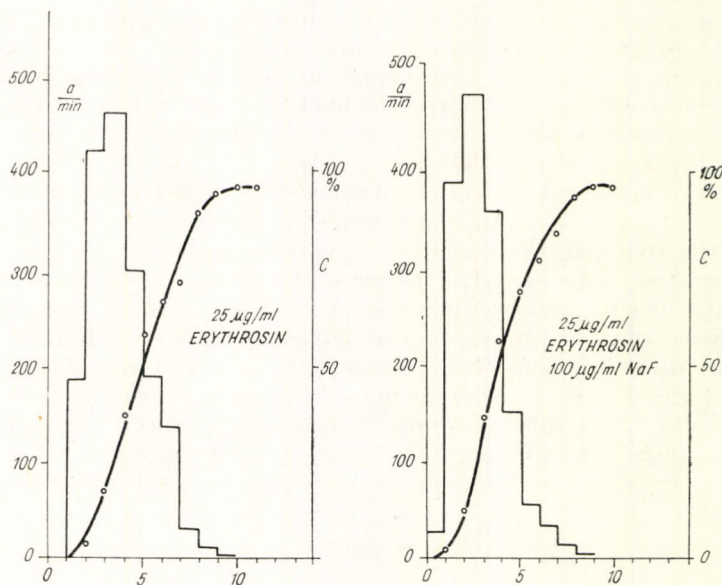


Figure 1. Effect of NaF on contraction sensitized by erythrosin. Abscissa: time in minutes. Ordinate on the left: frequency of rhythmic activity (α/min), on the right: the percentage of tonically contracted glochidia (c) in case of control and inhibitor. Rhythmic activity and closures are illustrated graphically by columns and lines respectively.

1. ábra. A NaF hatása az erythrosinnal fényérzékenyített kontrakcióra. Abszcissza: idő percekben. Ordináta baloldalt: a ritmikus aktivitás frekvenciája (α/min), jobboldalt: a tónusos zárásban levő glochidiumok %-os aránya (c) kontrol és gátlószeres kísérlet. A ritmikus aktivitást oszlop-, a zárást vonaldiagramm ábrázolja.

trol nor in the examinations with the inhibitor. Tonic reaction took place also unchanged. The influence of NaF is illustrated in *figure 1*. There was no inhibition after preincubation.

2. The influence of hydroxylamine

In the presence of 1 mM hydroxylamine the light sensitizing influence of erythrosin is tonic. This manifests itself in the decrease in number of rhythmic acts (*Fig. 2*) preceding tonic contraction occurring a little earlier than

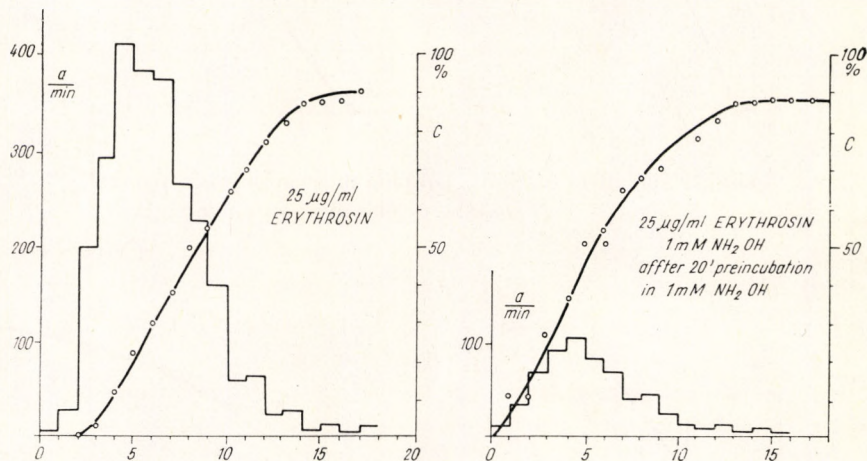


Figure 2. The effect of hydroxylamine. Graphic illustration as in *figure 1*.

2. ábra. A hidroxilamin hatása. Jelölése mint az 1. ábrán

usual. For example 2500 contractions were produced by 25 µg/ml erythrosin under the given conditions, whereas under the same circumstances the number of contractions was about 500 when applying 1 mM hydroxylamine during a 20 minutes long preincubation and subsequently together with the dye. As a result of this the frequency of rhythmic contractions decreased considerably.

3. The influence of NaN₃

Only little changes took place in tonic light reaction on the combined application of 100 µg/ml (1.53 mM) NaN₃ and 25 µg/ml erythrosin. The number of rhythmic contractions, however, decreased considerably. The effect produced by NaN₃ is presented in *figure 3*.

4. The effect of thiosemicarbazide

It is visible in *figure 4* that a 20 minutes long incubation in 1 mM thiosemicarbazide and a subsequent application of this solution together with 25 µg/ml erythrosin resulted in a decrease in the rate of tonic closures. The number of rhythmic contractions taking place until the ultimate closure of the larvae is also only 1/5th of that in the control group. In the presence of 1 mM

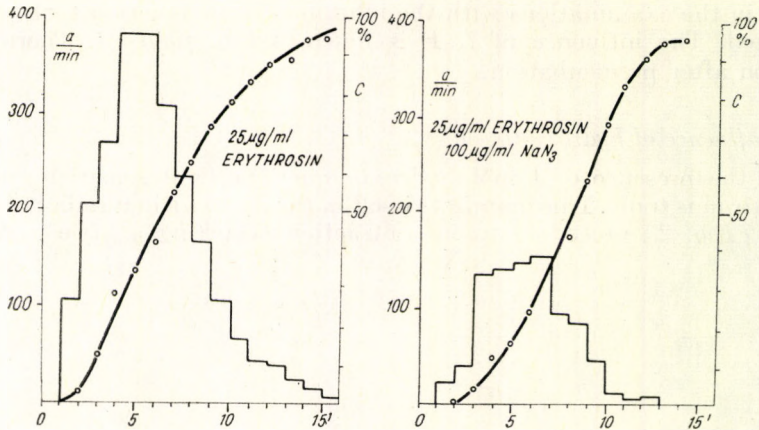


Figure 3. The effect of NaN_3 . Graphic illustration as in figure 1.
3. ábra. A NaN_3 hatása. Jelölés mint az 1. ábrán

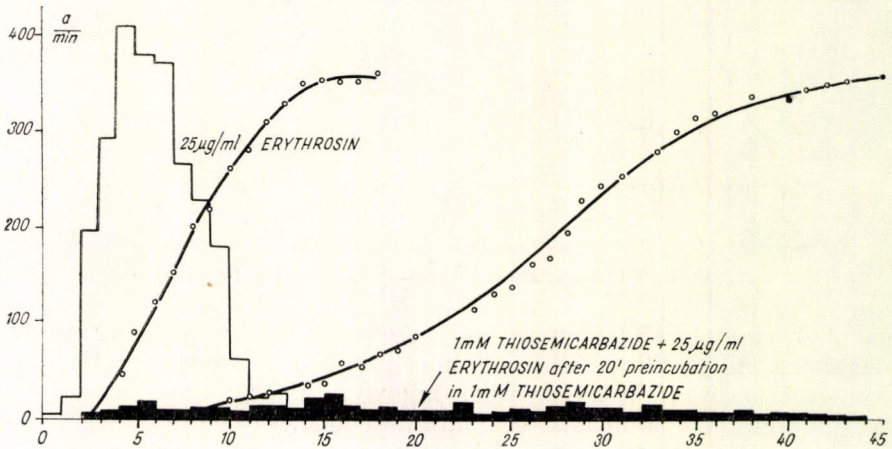


Figure 4. The effect of thiosemicarbazide. Graphic illustration same as in figure 1. Control experiment and experiment with the inhibitor is illustrated in the same system of coordinates

4. ábra. A tioszemicarbazid hatása. Jelölése mint az 1. ábrán. A kontroll és gátlószeres kísérlet ugyanazon koordináta-rendszerben

thiosemicarbazide a three times longer period was needed for the tonic contraction of 50 per cent of larvae than in the absence of this agent (8 and 27 minutes respectively). The maximum frequency of rhythmic activity is the most markedly inhibited parameter.

5. The effect of KCN

On the combined application of $100 \mu\text{g/ml}$ KCN (1.51 mM) and $25 \mu\text{g/ml}$ erythrosin rhythmic activity becomes inhibited and tonic reaction takes place a little faster. The same mixture influences light reaction in a similar way

after a 10 minutes long preincubation in 100 $\mu\text{g}/\text{ml}$ KCN with the difference that tonic reaction becomes also inhibited. The inhibitory effects produced by KCN on its application in two different ways is illustrated in figure 5.

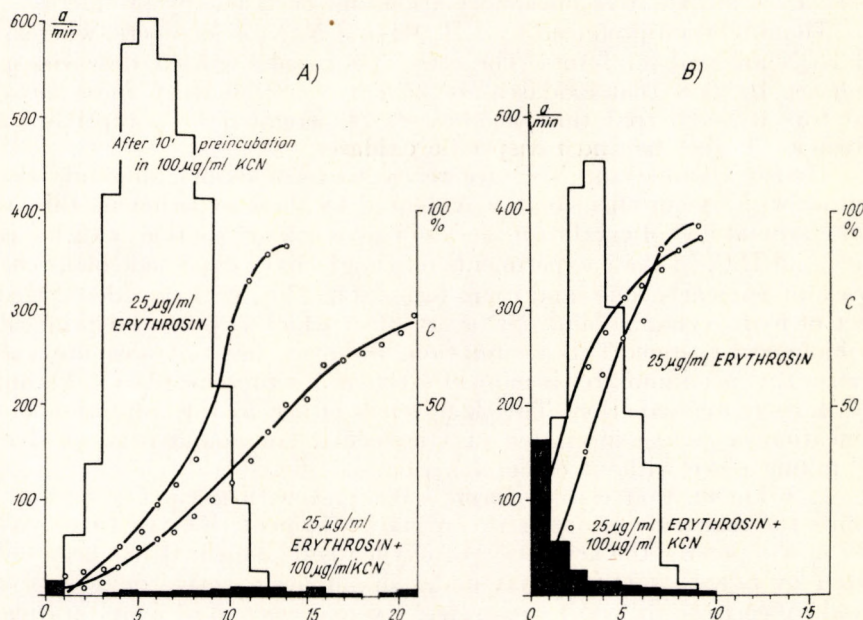


Figure 5. The effect of KCN. Illustration as in figure 1. A — the effect of the mixture of dye and inhibitor after preincubation in KCN, B — using the mixture of KCN and the dye immediately the effect of KCN itself becomes manifested

5. ábra. A KCN hatása. Jelölés mint az 1. ábrán. A — előzetes KCN-inkubáció után a festék és gátlószer keverékének hatása, B — azonnal a KCN és festék keverékét alkalmazva a KCN saját hatása is érvényesül.

6. The effect of dinitrophenol (2,4-DNP)

DNP is ineffective in 25 $\mu\text{g}/\text{ml}$ (0.13 mM) concentration. It does not induce reaction when used by itself in the above concentration. The influence of this substance when in combination with erythrosin was measured after 0–120 minutes long preincubation in DNP. After two hours long preincubation there was a small increase in the tonicity of light reaction. It was not possible to use this agent in higher concentrations because it would have resulted in considerable pH changes and because light responses would be covered up by ion-effects in case if buffers are used.

Discussion

On basis of the accepted point of attack of the metabolic inhibitors investigated definite conclusions may be drawn on the relationship between dye-sensitizer and biological energy source. Under the conditions applied NaF and monoiodo acetic acid may paralyse glycolysis dependent processes. Light-

sensitized reaction is considered glycolysis-independent because it is ineffective. 2,4-DNP inhibits oxidative ATP synthesis by separating oxidation and phosphorylation. Because light response is not suspended by 0.1 mM 2,4-DNP after long incubation and in the presence of erythrosin it is suggested that it is independent of oxidative phosphorylation and of its energy production.

The inhibition produced by NH_2OH and NaN_3 is mediocre, whereas TSC and KCN are real inhibitors. The effect produced by KCN deserves special emphasis. In view that oxidases are primarily inhibited by these metabolic inhibitors it is inferred that the process investigated is susceptible to disturbances in specific and nonspecific oxidases.

Hydroxylamine and TSC are ready to form oxim and semicarbazone together with oxo-groups. As it is evidenced by these experiments the oxygen on the aromatic C of erythrosin does not give colour reaction with hydroxylamine and TSC. In these experiments one might have expected colour changes in case of semicarbazone- and oxim-formation. Thus it is considered that the effect of hydroxylamine and TSC is an effect which is produced primarily on the biological system. This assumption, however, has not absolute validity because TSC as an inhibitor is more effective if it is present, than if it is applied only during preincubation. This fact refers either to the inhibition of dye-permeation or to the formation of a molecular compound between dye and TSC taking place without colour reaction.

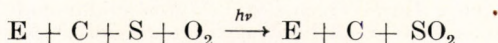
It is known that cyanide forms a complex with trivalent iron and thus inhibits the reduction of oxidized respiratory ferment (KEILIN 1929). Accordingly in the process the activation of oxygen is damaged. It has been demonstrated by SCHENCK (1948) that under illumination active oxygen is transported by eosin to different substrates. Excited eosin is of long duration and in triplet state (OSTER, ADELMAN 1955) it reacts with oxygen and thereafter with the substrate, and in damped, normal state is released again. Erythrosin is capable of producing the same photosensitizing effect on glochidia as eosin but at a concentration which is of about 2 times smaller order than in the case of eosin (LÁBOS 1965 a). Erythrosin was used in these investigations because it is more effective in lower concentrations. It is assumed that in the presence of oxygen this substance may catalyse similar photooxidation as eosin. Because lightsensitized contraction is susceptible to cyanide but is not inhibited by DNP it is assumable that the energy producing processes in question become inhibited without the participation of cytochromoxidase and as a result of this the photocatalysed contraction of mussels will not be accomplished. Light reaction is thus independent of the control of oxidative phosphorylation but not of terminal oxidation.

It has been demonstrated by OSTER et al. (1959) that only dyes that may enter into photoreduced condition are capable of catalyzing photooxidation. The fact that cytochromeoxidase and the dye-sensitizer are both capable, independent of each other of oxygen-activation and substrate-oxidation, and because light reaction is inhibited by cyanide it is inferred that the processes may undisputably be interlinked in lightsensitized contraction. Certain xanthen dyes are able to activate oxygen in the presence of light, the oxygen forming peroxides with the substrate (SCHENCK 1948). It is not out of question that in the present case one of the cytochromes itself is the substrate of the dye.

It is assumed that cyanide does not inhibit dye-sensitized photooxidation in vitro, because this substance blocks catalizators containing heavy

metals and the dye does not contain metals. It is also known that cyanide does not form complexes with cytochromes (KEILIN 1929). Accordingly, the inhibition by cyanide is primarily attributable to the inhibition of cytochrome-oxidase.

The brutto process is illustrable by the following schema:



where E = erythrosin, C = cytochromeoxidase, S = substrate. On basis of data thus far obtained it is difficult to locate the intermolecular pathways of electrons. Cyanide inhibits the transfer of the cytochrome-system or that of the electron of the stain. In this way cytochromeoxidase becomes omitted in oxidized form from the process. These present investigations do not allow of statement as to the number of exchange-electrons, nevertheless the close connection with terminal oxidation refers to the transfer of one electron.

Summary

Light sensitized rhythmic and tonic contractions by erythrosin B in glochidia of freshwater clam (*Anodonta cygnea* L.) was investigated in the presence of various metabolic inhibitors (10^{-4} – 10^{-3} M).

On basis of examinations it is established that the process is not sensitive to moniodo acetic acid, NaF, 2,4-DNP. It is considerably more sensitive to thiosemicarbazide, NH_4OH and NaN_3 . It is most sensitive to cyanide.

The findings show that the reaction is independent of glycolysis. Oxidative phosphorylation cannot play an important role either, whereas various oxidases are involved in the reaction.

It may be concluded primarily on basis of the susceptibility to cyanide that light reaction is related to terminal oxidation and in particular to cytochromeoxidation. It is assumable that the photoreduced dye joins the process of terminal oxidation by means of monovalent electron-transfer.

LITERATURE

- R. M. HOCHSTER, J. H. QUASTEL (1963): Metabolic inhibitors Vol I. and II. Ed. *Academic Press., New York.*
- KEILIN, D. (1929): *Proc. Roy. Soc. London* **104** B, 206. cited by R. M. Hochster, J. H. Quastel (1963) in Metabolic inhibitors Vol. II. 535.
- LÁBOS, E. (1965a): Energetic aspects of the photosensitization of embryonic muscle by xanthene dyes. — *Comp. Biochem. Physiol.* (in press)
- LÁBOS, E. (1965b): Effect of indolylalkylamines, BOL-148 and other compounds on the photosensitized contraction by xanthene dyes in glochidia of *Anodonta*. — *Comp. Biochem. Physiol.* (in press)
- LÁBOS, E. (1965c): Evidence of complex formation between chlorpromazine and different xanthene dyes. — *Nature (London)* (in press)
- OSTER, G., ADELMAN, A. H. (1956): Long-lived states in photochemical reactions I. Photoreduction of eosin. — *J. Amer. Chem. Soc.* **78**, 913.
- OSTER, G., BELLIN, J. S., KIMBALL, R. W., SCHRADER, M. E. (1959): Dye-sensitized photo-oxidations. — *J. Amer. Chem. Soc.* **81**, 5095.
- SCHENK, G. O. (1948): Photosensitized reactions with molecular oxygen. — *Naturwiss.* **35**, 28.

ANYAGCSEREGÁTLÓ SZEREK HATÁSA ERYTHROSINNAL FÉNYÉRZÉKENYÍTETT KONTRAKCIÓRA KAGYLÓLÁRVÁKON

Összefoglalás

Lábos Elemér

Édesvízi kagyló (*Anodonta cygnea* L.) glochidiumainak erythrosin B-vel fényérzékenyített ritmikus és tónusos kontrakcióját vizsgáltuk különböző anyagcseregátló szerek (10^{-4} — 10^{-3} M) jelenlétében.

A vizsgálatok alapján megállapítható, hogy a folyamat monojódecetsavra, NaF-ra, 2,4 DNP-ra nem érzékeny. Lényegesen érzékenyebb tioszemikarbazidra, NH_2OH és NaN_3 -ra. Kiemelkedően érzékeny cianidra.

Fentiek alapján a reakciót a glikolízistól függetlennek tekintjük. Az oxidatív foszforiláció hasonlóan nem játszhat fontos szerepet, viszont a különböző oxidázok a reakcióban résztvesznek.

Elsősorban a cianidérzékenység alapján mondható, hogy a fényreakció a terminalis oxidációval nevezetesen a citokromoxidázéval kapcsolatos. Feltehető, hogy a foto-redukált festék monovalens elektronátadás révén kapcsolódik be a terminális oxidáció folyamatába.

ВЛИЯНИЕ ИНГИБИТОРОВ ОБМЕНА ВЕЩЕСТВ НА ФОТОСЕНСИБИЛИЗИРОВАННОЕ ЭРИТРОЗИНОМ СОКРАЩЕНИЕ ГЛОХИДИЕВ БЕЗЗУБКИ

Э. Лабаш

Была изучена фотосенсибилизированная при помощи эритрозина-В ритмическое и тоническое сокращение глохидиев беззубки (*Anodonta cygnea* L.) в присутствии разных ингибиторов обмена веществ в концентрации 10^{-4} — 10^{-3} М.

На основе полученных данных было установлено, что это влияние не изменяется под влиянием моноядуксусной кислоты, NaF, 2,4—DNP, гораздо лучше реагирует на тиосемикарбазид, NH_2OH и NaN_3 и особенно чувствительно к цианиду.

На основе вышеизложенного реакция считается независимой от гликолиза. Окислительное фосфорилирование в этой реакции тоже не может играть важной роли, но различные оксидазы могут принимать участие в ней.

На основе чувствительности к цианиду можно сказать, что свето-реакция связана с терминальным окислением, а именно с цитокромоксидазой. Можно предположить, что фото-восстановленная краска включается в терминальное окисление при передачи моновалентных электронов.

CHEMO-ECOLOGICAL RELATIONSHIP BETWEEN SOME FISH SPECIES IN LAKE BALATON AND THE GLOCHIDIA OF *ANODONTA CYGNEA* L.

FERENC LUKACSOVICS and ELEMÉR LÁBOS

Received: March 15th 1965

Introduction

In the course of ontogeny the larvae — glochidia — of some lamelli-branchiates are adapted to parasitic life, and become the temporary parasites of water vertebrates and most often that of fishes. In the case of small fish they get more frequently attached on the fin, while in that of bigger ones the swimming glochidia are getting with the inspired water on the lamellae of the gill (HARMS 1908). After attachment a cyst develops around the glochidia within some hours and the next stage of postembryonal development takes its beginning. The duration of parasitism varies and is specific primarily of the fish species in question: in the case of *Unio* genus it lasts 26—28 days at an average temperature of 16—17 °C, and in the case of the *Anodonta* genus about 21 days under the same conditions (HARMS 1908). The definitive organs of the animals develop during this period.

In the “free larval” stage the glochidia dispose of such temporary larval organs which may assumably have an important role in the mechanism of parasitisation. From these the most noteworthy are: the strong adductors, “teeth”, byssus-gland and the mechano- and chemo-receptors (HERBERS 1913).

The role of the above mentioned organs and of the chemical and mechanical stimuli arriving from the surrounding — the host also included — in the mechanism of parasitisation is as yet an unsolved problem.

The clarification of this question is rendered even more difficult if it is considered that the glochidia respond with motor activity to a large number of chemical and mechanical stimuli (LEFEVRE, CURTIS 1912, AREY 1921). The responses of muscles — depending on their nature — may either enable or secure attachment. From among the substances demonstrable also in the tissue fluid of various fishes *e.g.* certain bioamines are capable of producing rhythmic activity, while the uni- and bivalent cations — in physiological concentration — of rhythmic and tonic activity (LÁBOS, SALÁNKI 1963, LÁBOS, SALÁNKI, RÓZSA 1964).

The chief aim of the studies reported here is to examine the effect of the mucus of epidermis and of the serum of some fish species on the rhythmic and tonic activity of the adductor of glochidia in order to draw inferences as regards the mechanism of parasitisation.

Material and method

In the experiments the following fish species were used: pelecus (*Pelecus cultratus*), bream (*Abramis brama*), pike-perch (*Lucioperca lucioperca*), carp (*Cyprinus carpio*), roach (*Rutilus rutilus*) and crucian carp (*Carassius carassius*). The experimental animals were selected irrespective of sex, and care was taken that they should be specimens just arrived at sexual maturity.

The serum was obtained by cutting off the tail and allowing the fish to bleed to death. The blood was centrifuged for 15 minutes at 4000 r.p./minute. The mucus was removed from the skin with a scalpel. Of both serum and mucus the following dilutions were made with filtrated Balaton-water: 1/2, 1/4, 1/8, 1/16, 1/32, 1/64, 1/128, 1/256, 1/512. The stock solution of epidermal mucus had a concentration of 0.09–0.14 g living matter/ml. The glochidia were obtained from the external lamellae of the gill of the adult. The effect of the various substances on motor activity was observed under a binocular microscope for 5–60 minutes, at a constant illumination of cc. 10 000 Lux. The investigation of the samples was carried out on 100 glochidia each. The frequency of rhythmic activity and the number of larvae entering into tonic contraction were recorded per minute.

Results

1. The effect of the epidermal mucus of fish

The mucus of epidermis of every fish species investigated (about 10–50 mg living matter/1 ml) is capable of producing rhythmic activity of a considerable degree. It has been also observed in all occasions that the number of glochidia entering into the state of several hours long tonic contraction increased when concentration and incubation period was risen. The glochidia getting into tonic contraction on the effect of the mucuous substance whether undiluted or slightly diluted perform vivid, frequent rhythmic activity before closure. In case of dilutions greater than 1/16–1/32 of the watery extract of mucus the degree of phasic and tonic reaction observed is negligible. *Figure 1* shows the concentration dependency of activity and closure in the case of *Cyprinus carpio* with regard to the effect produced in the first 10 minutes of exposition. As the figure shows, there is a gradual increase in the number of closures with rising concentration and it is also visible that the dependency of activity on concentration has a maximum at a dilution of 1/8. The decrease of activity observable in more concentrated solutions is related to closure and its duration. *Figure 2* shows the changes of activity and closure plotted against time and produced by 1:4 dilution of mucus obtained from *Abramis brama*. Maximum activity is observable in the 7–8th minute of exposition. Then the glochidia are performing rhythmic contractions in every 10–12th sec in average. Subsequent to this a decrease in activity sets in, though about 50 per cent of the larvae are still in open state and capable of activity.

It has been also observed that there are differences in the effect produced by the epidermis-mucus of the various fish species investigated. These differences are of quantitative nature and manifest themselves in differences

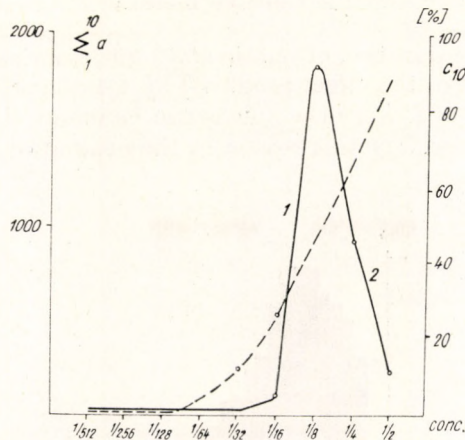


Fig. 1. The effect of mucus of epidermis of *Cyprinus carpio* on the rhythmic activity of glochidia. On the abscissa the dilutions of the stock solutions, on the left side of ordinate the number of contractions observed during the first 10 minutes, on the right side of the ordinate the per cent of glochidia being tonically contracted at the end of the single minutes are given. The data refer to 100 glochidia

1. ábra. *Cyprinus carpio* epidermiszváladékának hatása a glochidiumok motoros tevékenységére. Abszcisszán a törzsoldat hígításait, a bal ordinátán az első 10 perc alatt számlált kontrakciók számát, a jobboldali ordinátán az egyes percek végén tónusos kontrakcióban levő glochidiumok %-os arányát tüntettük fel. Az adatok 100 lárvaára vonatkoznak

of phasic and tonic reactions produced at a given concentration and under a given period. The results are summarized in figures 3 and 4.

The water extracts may be arranged in the following order according to the rhythmic contractions produced (fig. 3).

Dilution	Species of fish
1/8	Cyprinus > Carassius > Rutilus > Abramis > Lucioperca
1/4	Abramis > Lucioperca > Cyprinus > Carassius > Rutilus
1/2	Lucioperca-Abramis > Carassius > Cyprinus-Rutilus

The order of activity may also be expressed on basis of the tonic reaction produced (fig. 4) :

Dilution	Species of fish
1/8	Cyprinus > Rutilus > Abramis > Lucioperca-Carassius
1/4	Cyprinus > Rutilus > Abramis > Lucioperca-Carassius
1/2	Rutilus > Abramis > Cyprinus > Lucioperca-Carassius

The rhythmic activity produced by the mucus of *Abramis* has an extraordinary high frequency. When diluting the stock solution to 1/4 (about 20 mg living matter/1 ml water) and boiling it for 10 minutes the activity will

take place more quickly and the tonicity increasing influence of the solution increases (fig. 5).

Occasionally the duration of phasic and tonic reactions is extremely long i.e. in case of *Lucioperca* the effect produced by 1/4 dilution lasted for over an hour (fig. 6). In case of *Pelecus* the mucus can be removed from the skin only together with the scales. For this reason in the evaluation of the effect other

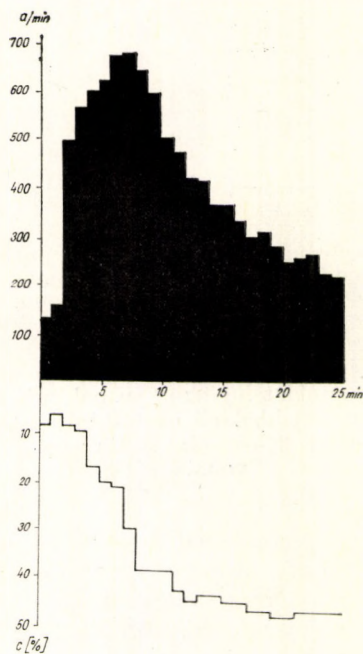


Fig. 2. Influence of epidermis mucus at a dilution of 1/4 in case of *Abramis brama*. On the abscissa time in minutes, on the ordinate upwards the frequency of rhythmic activity, downwards the ratio of closed glochidia are presented (100 animals)

2. ábra. *Abramis brama* epidermiszváladék 1/4-es hígításának hatása. Abszcisszán az időt percekben, az ordinátán felfelé a ritmikus tevékenység frekvenciáját, lefelé a zárt lárvák %-os arányát ábrázoltuk (100 állat)

factors should also be considered, because other substances as for instance particles of guanin are also present in the extract. Figure 7 illustrates the activity produced by the solution obtained by eluating the removed scales with water.

Experiments were run with the mucus of *Lucioperca* at two different times for the purpose to investigate the reproducibility of reactions. If the results thus obtained are illustrated on basis of equal view points, it can be easily decided if the reactions are reproducible or not (figs. 8 and 9). The deviations are due partly to the difficulty of preparing samples of equal dry matter content, but the sensitivity changes taking place in the glochidia during development are neither negligible.

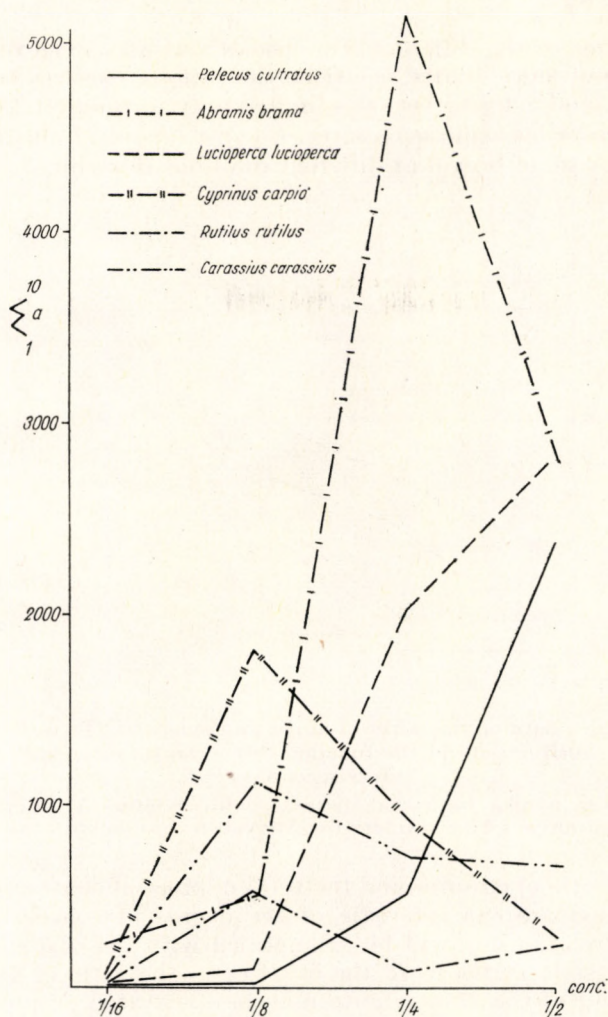


Fig. 3. Comparative data of the effect of epidermis mucus. Number of contractions observed during the first ten minutes of observation in the case of various fishes plotted against the degree of dilutions

3. ábra. Epidermisz nyálka hatásának összehasonlító adatai. Az első 10 perc alatt számlált kontrakciók a különböző halfajok esetében a hígítás függvényében

2. The effects produced by different dilutions of serum

The effect of blood obtained by cutting off the tail was examined after clotting and centrifuging.

Every undiluted serum investigated produced lasting closures in about 95–100 per cent of glochidia within some minutes. Tonic contractions lasted at least for a few hours. Closures were preceded by 1–10 rapid phasic contractions in the case of every glochidium. The whole process took place within the first minute of observation.

By diluting the serum the reaction becomes lasted. Closure is not instantaneous but takes place successively within 15–25 minutes. The duration

of activity varies in the different fish species and may even reach very high values. In case of more diluted solutions the ratio of closures becomes negligible or naught, and activity becomes limited only to the first 1–2 minutes or becomes imperceptible same as closures. *Figures 10 and 11* illustrate the above findings in the case of bream at different dilutions of serum.

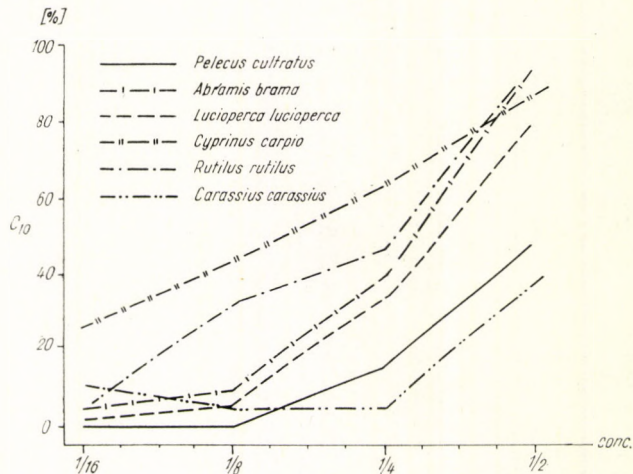


Fig. 4. Comparative data on the effect of mucus of epidermis. The ratio of closed larvae at the end of the 10th minute in the function of concentration in the case of different fish species

4. ábra. Epidermisz nyálka hatásának összehasonlító adatai. A 10. perc végén zárt lárvák %-os aránya a koncentráció függvényében a különböző fajok esetében

Both the ratio of closures and the total number of contractions produced in a given period are characteristic of the degree of concentration. In the followings this relationship will be exemplified with the case of bream.

As it is visible in *figure 12* the changes in the ratio of glochidia being closed at the end of the 25th minute may be illustrated graphically with an S shaped curve. Solutions diluted to 1/32 produced closure in 50 per cent of glochidia, moreover, a maximum in the concentration dependency of activity is also observable at this dilution. These phenomena were observable in the case of every serum investigated.

Comparison of the effects produced by the serums of the single fish species is made on basis of the number of contractions produced in the first 15 minutes at a dilution of 1/132. The order of activity of the various serums will thus be:

Abramis brama > *Cyprinus carpio* > *Lucioperca lucioperca* > *Pelecus cultratus* > *Rutilus rutilus* > *Carassius carassius*.

The degree of tonic reactions is estimated by the number of glochidia being in closed condition at the end of the 10th minute on the application of a 1/16 dilution.

Thus the order of activity will be:

Lucioperca lucioperca > *Abramis brama* > *Cyprinus carpio* > *Carassius carassius* > *Pelecus cultratus* > *Rutilus rutilus*.

In figures 13 and 14 the differences between phasic and tonic responses obtained with serums of different fish species are illustrated in the function of dilutions.

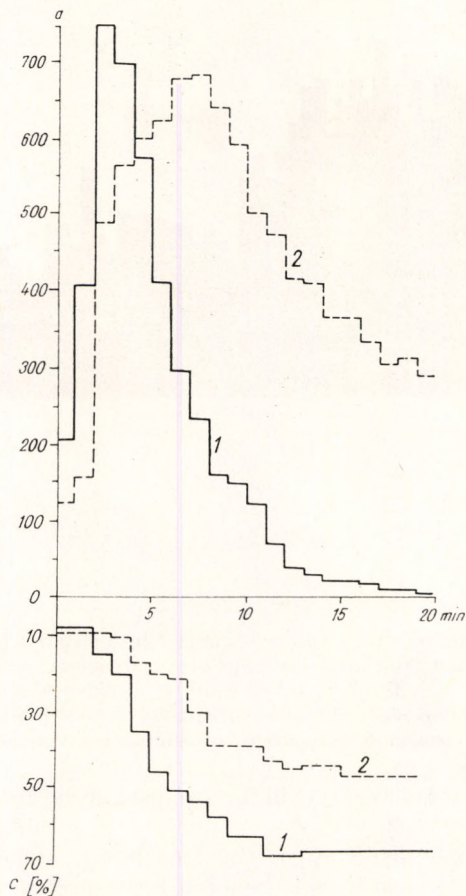


Fig. 5. Comparison between native and boiled mucus of *Abramis brama*. Abscissa: time, ordinate: frequency and number of closures

5. ábra. *Abramis brama* natív és forralt nyálkájának összehasonlítása. Abszcissa: idő, ordinátán a frekvencia, illetve a zárási arány

Discussion

Notwithstanding, that the mature glochidia are released from the gill of the mother only in November–December, they are in active motor condition as early as the middle of September. This motor maturity is a necessary prerequisite of virulence. According to literary data (HARMS 1907 and SCHIERHOLZ 1878) the time in which the virulent glochidia are discharged shows seasonal differences. The fact that from the discharged glochidia not every-one is capable of development is attributable to environmental factors. Several

factors may contribute to the possibility of their further development. From these the frequency and topographic conditions helping them to reach a host are of importance. The frequency of mussels and fish is determined by the conditions prevailing in the habitat. The number of glochidia cannot be a limiting

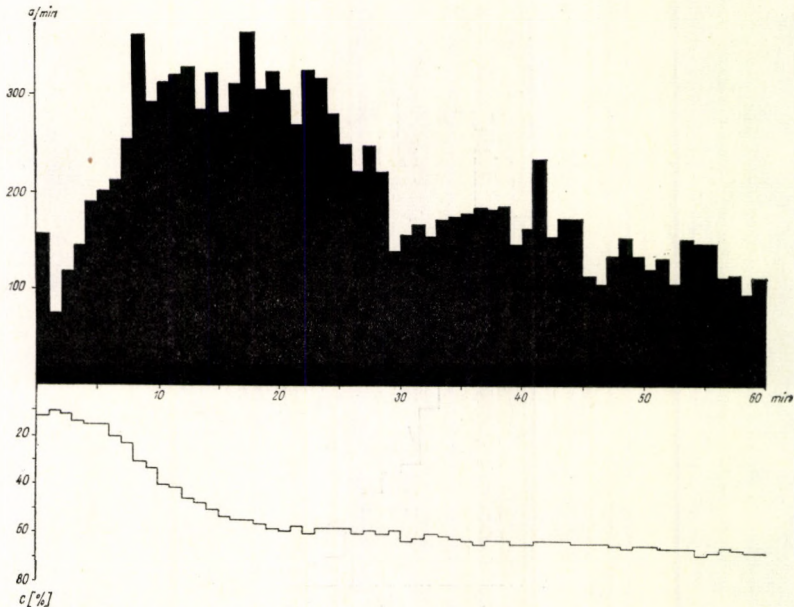


Fig. 6. The effect of the mucus of epidermis at a dilution of 1/4 in the case of *Lucioperca lucioperca* during the first 60 minutes of exposition. Abscissa: time in minutes, ordinate: frequency and number of closures

6. ábra. *Lucioperca lucioperca* epidermisz nyálkája 1/4-es hígításának hatása az első 60 perc alatt. Abszcissza: idő percekben, ordináta: frekvencia, illetve zárási arány

factor, because many 100 000 glochidia are discharged by one female (HARANGHY, BALÁZS, BURG 1964).

The duration of virulency in the free larval stage of glochidia is not known, though it may also help to reach a host successively. The movements by which a meeting is rendered possible are active on the part of the host and passive on that of glochidia. After being discharged from the gill the glochidia being transformed into meroplanktic elements (SEBESTYÉN 1964) are floating freely following the general water movement. In this state the glochidia are differentiated as regards their motor activity, but the degree of their locomotivity is negligible (tenths of mm/hour).

Byssus secretion seems to have a significant role in the mechanism that favours the free floating larvae to get attached on fishes (HERBERS 1913, HARMS 1909, LILLIE 1895). This substance facilitates floating and attachment, the latter also indirectly by contributing to the glochidia getting attached to water plants and any artificial objects. The question how far the possibility of finding a host depends on the ethology of host, more concretely on the way of living and feeding of fish may assumably be sold when surveying the list of species on which developing glochidia were found:

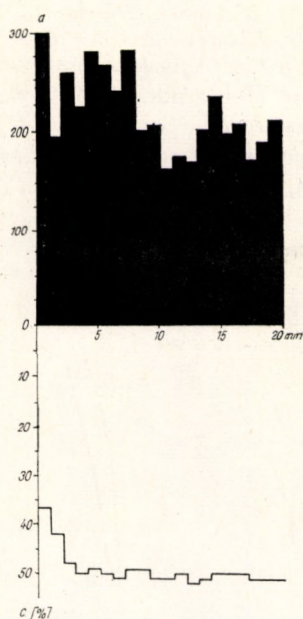


Fig. 7. The effect of the water extract (6.67 g dry matter/45 ml water) of scales and mucus of epidermis in case of *Pelecus cultratus*. Time curves

7. ábra. *Pelecus cultratus* pikkely és epidermisz nyálka vizes kivonatok (6,67 g szárazanyag/45 ml víz) hatása. Időgörbék

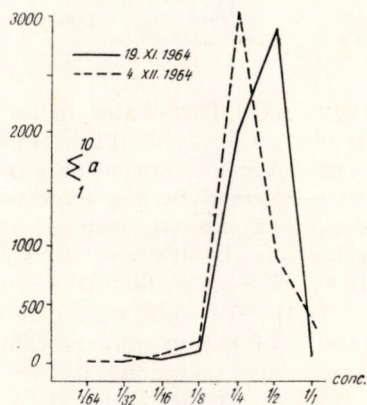


Fig. 8. Concentration dependency of the activity increasing influence of mucus in case of *Lucioperca lucioperca* on basis of observations made during the first 10 minutes. Comparison between measurements carried out at two different times

8. ábra. *Lucioperca lucioperca* epidermisz nyálka aktivitásfokozó hatásának koncentráció függése az első 10 perc alapján. Két különböző időpontban végzett vizsgálat összehasonlítása

Cyprinus carpio (LEYDIG 1866), *Perca fluviatilis* (SCHIERHOLZ 1878), *Acerina cernua*, *A. schraetzer*, *Rhodeus amarus*, *Carassius vulgaris*, *Tinca vulgaris*, *Leuciscus virgo*, *Cottus gobio*, *Squalius cephalus* (HAZAY 1885), *Alburnus alburnus*, *Osmerus eperlanus* (FAUSSEK 1895), *Phoxinus phoxinus*, *Leuciscus rutilus* (HARMS 1907), *Gasterosteus aculeatus*, *G. pungitius*, *Esox lucius* (WEGENER 1909), *Micropterus salmoides*, *Fundulus diaphanus*, *Apomotis cyannelus*, *Lepomis humilis*, *Pomoxis annularis* (YOUNG 1911).

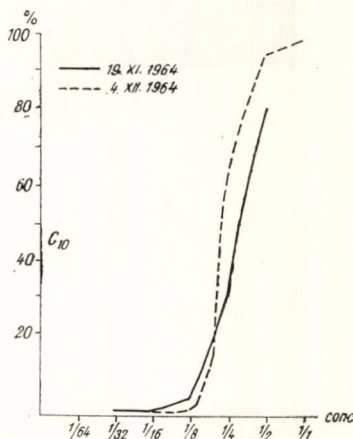


Fig. 9. Concentration dependency of the tonic increasing effect of the mucus of epidermis in case of *Lucioperca lucioperca* in the first 10 minutes of exposition. Comparison between the results obtained on two different occasions

9. ábra. *Lucioperca lucioperca* epidermisz nyálka tónus okozó hatásának koncentráció függése az első 10 perc alapján. Két különböző időpontban végzett kísérleti eredmény összehasonlítása

On basis of the aboves most freshwater fishes may be taken as hosts irrespectively, if they are predators or plankton consumers, or consumers of pelagic or bottom fauna. Attachment may occur anywhere on the surface of fish. This establishment is confirmed by the experiments reported here. By infecting *Phoxinus* artificially attachment occurred on places of most varying bend, nevertheless it was more frequent on surfaces of short radius of curvature. In the case of these fish species other factors as consistency and proportion of the surface of epidermis, the type of scales may also be involved in the mechanism of attachment. The size of the opening and cavity of mouth acts as a limiting factor in the process of attachment. In case of fish feeding by filtration the water used for breathing is also filtrated through and in most cases glochidia clustered into groups are not able to penetrate into the gill.

The contraction of the adductor is a prerequisite in the attachment of glochidia. The possibilities of producing these contractions by pure mechanical stimuli has been investigated experimentally. Excitation of the sensory cells on the ventral surface of glochidia with glass rods drawn out very thin will produce vivid contractions. The data of 50 experiments show the followings: in 42 cases contraction lasted less than one minute, in 6 cases between 1—5 mi-

nutes, and only on two occasions over 5 minutes. This implies that contraction is produceable also by pure mechanical stimuli, but for its permanency another factor is also needed. These results contradict to LEFEVRE and CURTIS (1912) according to whom the attachment of hooked glochidia is based on tactile

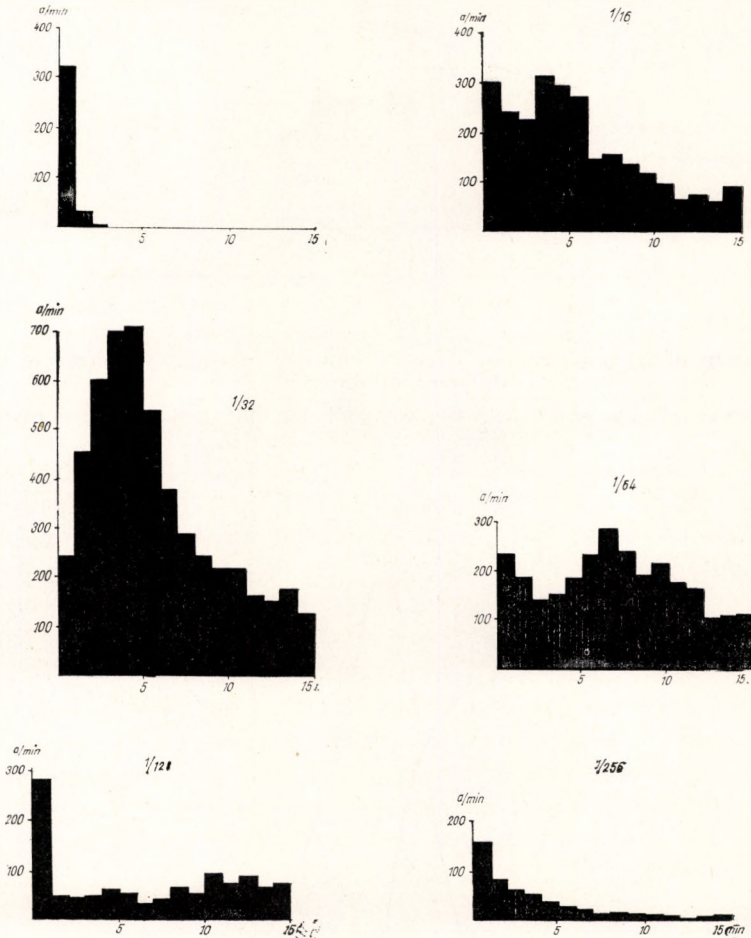


Fig. 10. The effect of serum of *Abramis brama* at different dilutions. On abscissa time in minutes, on ordinate frequency of rhythmic activity are given

10. ábra. *Abramis brama* szérumának hatása különböző hígításokban. Abszcisszákon az idő percekben, az ordinátákon a ritmikus aktivitás frekvenciája van feltüntetve

mechanism. Experiments performed with epidermis mucus and serum definitely show that the chemical composition of these substances is suitable to produce contraction lasting for several hours irrespectively of the fish species in question (fig. 4 and 14). Accordingly both kinds of stimuli are able to produce contraction, but only the chemical one is capable of its preservation. Epidermis extract is efficacious regardless if it contains scales or not (fig. 7). All epi-

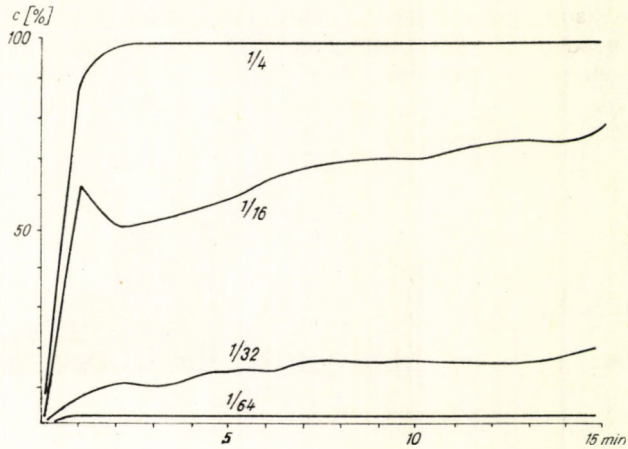


Fig. 11. Serum of *Abramis brama*. Time dependency of tonic increasing effect at different dilutions

11. ábra. *Abramis brama* széruma. A tónusokozó hatás időfüggése különféle hígításoknál

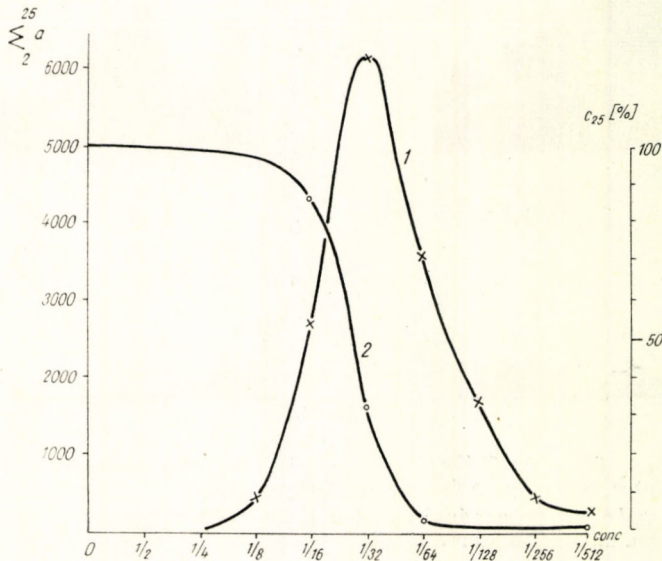


Fig. 12. Serum of *Abramis brama*. Concentration dependency of activity producing and tonic increasing effect. On the abscissa the dilutions, on the ordinate the number of contractions between 2—25 minutes and the number of closed glochidia at the end of the 25th minute are illustrated

12. ábra. *Abramis brama* széruma. Az aktivitás kiváltó és tónusokozó hatás koncentráció függése. Abszcisszán hígítás az ordinátákon az első 2—25 perc között számlált kontrakciók ill. a 25. perc végén zárva talált lárvák száma látható

dermis extracts and serums investigated lose in their effectiveness when they are diluted. The degree of dilution at which epidermis extracts are producing half maximum effect *i.e.* tonic contraction in 50 per cent of glochidia varies

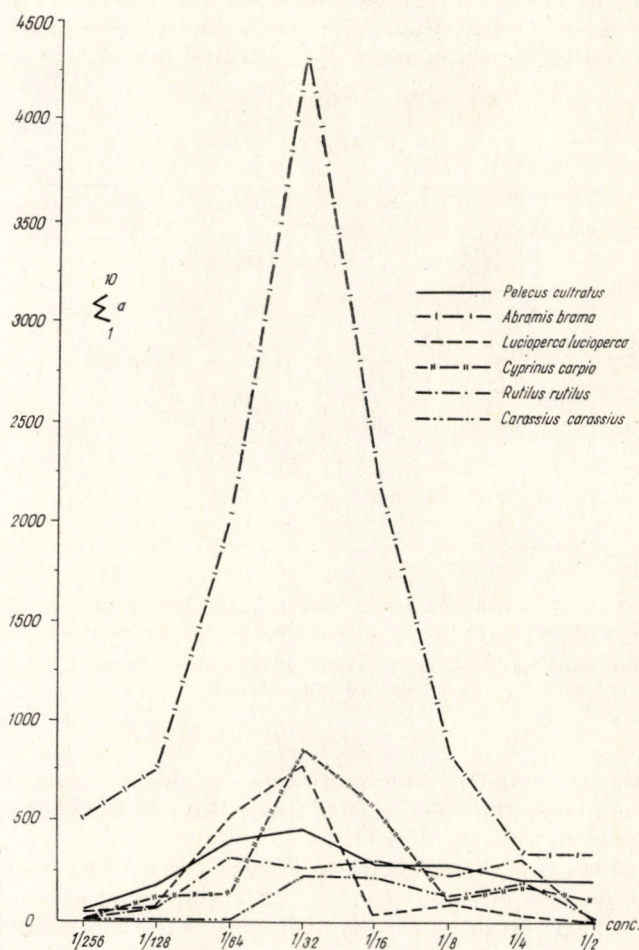


Fig. 13. Activity increasing influence of the serum of various fish species in the function of dilutions in the first 10 minutes of observation

13. ábra. A különböző halfajok szérumának aktivitásfokozó hatása a hígítástól függően az első 10 perc alapján

with the different species, it is, however, never greater than 1/4. The dilution of mucus to 1/32 proved to be unefficacious. Accordingly, a mucus extract of a concentration of 3–5 mg living matter/1 ml water is not sufficient to favour parasitism by pure chemical induction. Because mucus substances of such or greater concentrations may not be present at larger distances from

the surface of fish, it is concluded that real chemotactic mechanisms cannot be involved in case of greater shoal of fish.

The fact, that mucus of epidermis is able to produce considerable rhythmic activity suggests that the glochidia getting in contact with the surface of fish and thus with the mucus will start a rhythmic movement by virtue of the substances present in mucus, whereby the possibility of penetrating the tissue increases. Getting hooked up attachment is secured by the tonic reactions induced by serum or more concentrated mucus. HEARD and HEND-

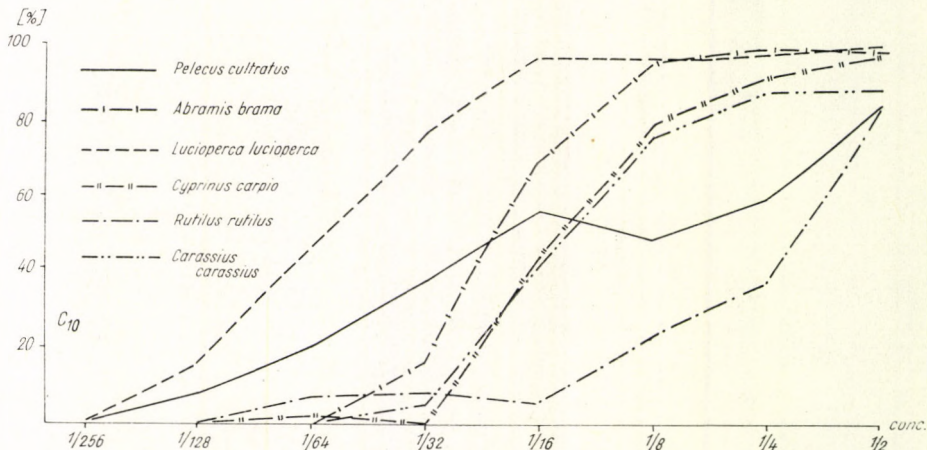


Fig. 14. The effect of serum of various fishes on closure in the function of dilutions on basis of observations made during the first 10 minutes of exposition

14. ábra. A különböző halfajok szérumának zárást okozó hatása a hígítástól függően az első 10 perc alapján

RIX (1964) recently reported similar results on marine Lampsilinae suggesting tactile stimulus as the starting and tissue fluid as the lasting factor interfering in the process of attachment.

In case of the attachment to the gill sustenance of tonicity is assumably due to agents present in extravascular fluids and blood serum. In undiluted condition the blood serum of various fish species produces immediate lasting tonic contraction of every glochidium (figure 14). A dilution of the serum to 1/16 acts similarly in the case of *Lucioperca*, whereas its efficacy in the case of *Rutilus* is very small. On the other hand, in the case of other species it produced lasting tonic contraction in 50 per cent of glochidia in the first 10 minutes of exposition. Though there may be differences in the serum of different fish species, still the glochidia getting attached to the gill are exposed to the influence of undiluted serum, which induces immediate closure independent of species. This and previous findings show, that on basis of tonicity increasing influence of mucus and serum none of the fish species excels as the distinguished host of glochidia.

It was demonstrated by FAUSSEK (1885) and HARMS (1909) that glochidia may develop even on the body surface of Cyclostomata and Amphibia.

This supports the assumption made in the course of the present studies that there is no specific agent present in the epidermis mucus and serum of fishes.

In the course of examinations performed with different dilutions of mucus and serum quantitative differences were observed in the rhythmic and tonic responses produced. These differences are expressed in this paper as activity orders. As the results show, greatest rhythmic activity was produced by the mucus and serum of *Abramis*. Except for *Abramis*, *Cyprinus* and *Lucioperca* proved to be more active in many respects. The activities produced by the mucus and serum of *Carassius* and *Rutilus* decreased rapidly in the course of dilutions. The serum of *Pelecus* behaves in the same way. Classification on equal grounds is difficult because for instance the tonicity increasing effect of the mucus of *Rutilus* is more pronounced than that observed in the case of *Lucioperca*. The activity order of mucus may be rendered more definite by considering the differences in dry matter content. Studies of this kind, however, are very troublesome due to the difficulty of preparing solutions of given dry matter content, and because the conversion of dilution values is not real as the relationship between effect and concentration is not linear.

Accordingly, it is suggested, that the properties of serum and mucus favouring attachment of glochidia may be more general ones. It may be for instance the osmotic concentration of the blood.

NaCl solutions having osmotic pressure equivalent to that of the serums produce lasting tonic contractions in glochidia (in freshwater bony fish $\Delta C^\circ \sim 0.7$, KOSTOJANC 1955). The same situation exists in KCl solutions of a molar concentration which nearly equals that of lymph K (LÁBOS, SALÁNKI 1963).

From among the anorganic constituents of mucus considerably less importance is attributable to Na and K (OOSTEN 1957) and it is assumed that organic effective materials may also contribute to the formation of tonicity increasing effect. The thermolability of *Abramis* mucus is also indicative of this.

The same assumption is supported by the observation, not subject to quantitative evaluation as yet, that the activity increasing effect of mucus (and serum) decreases during stay. In undiluted stock solution this change in efficacy is not measurable. It is suggested therefore, that besides anorganic constituents there may also an organic effective agent be present in the serum of *Abramis*, that is able to induce rhythmic activity of an extremely high level. It is known, that the serum of various fresh-water fishes contains an effective agent the so called ichthyotoxin (BUNDER 1934 — quotation from KOSTOJANC 1955) which is parenterally toxic on mouse. The serum of *Lucioperca* and *Abramis* belonging to the IIrd group set up by BUNDER is toxic. The serums of *Cyprinus* and *Rutilus* are toxic in a smaller degree. These species belong into the IIIrd group. By comparing these above facts with the effect-concentration graphs presented in figure 14 it becomes evident that serums of greater toxicity are more effective in producing increased tonicity than those ones of less toxicity. It is not unprobable that ichthyotoxin is also involved in the effects produced. This agent is not toxic on glochidia but influences an important process in ontogenesis. As experimental results show (LÁBOS, SALÁNKI, RÓZSA 1964) tryptamine is the most effective from among biogen amines. This question has no ecological importance, because the influence is concealed by the tonicity increasing effect of undiluted serum. Nevertheless, as far as the physiology

of the activity of adductor is concerned it deserves attention and further investigations.

As regards the ecological aspects of development of glochidia further interest is commanded to the factor inducing the beginning of development. This factor may originate either from the tissues of the host or is released from the adductor of glochidia during tonic contraction. It is assumed that feeding itself may also furnish sufficient basis for further development. HEARD and HENDRIX (1964) emphasize the significance of free amino acids in the lysed host tissues and blood.

Summary

1. In this paper the effect of mucus of epidermis and serum of some fish species living in Lake Balaton (*Cyprinus carpio*, *Carassius carassius*, *Rutilus rutilus*, *Abramis brama*, *Lucioperca lucioperca* and *Pelecus cultratus*) produced on the larvae of *Anodonta cygnea* L. was investigated.

2. Motor activity of adductors may be induced also by tactic stimuli, but its tonicity is only of short duration.

3. The mucus obtained from epidermis is capable of producing considerable rhythmic and tonic activity in case of every fish species investigated.

4. The concentration dependency of rhythmic activity of a group of glochidia has a maximum, and the dependency of tonic responses on concentration may be illustrated graphically with an S-shaped curve.

5. In the lasting attachment of glochidia important ecological role is attributed to undiluted substances producing instantaneous and lasting tonic reactions. It is feasible that the attachment of glochidia is rendered possible by the rhythmic activity preceding tonicity.

6. The chemoecological estimation of data shows that the mucus of epidermis and serum of fish species do not differ qualitatively and so on basis of these the glochidia do not have a distinguished host.

7. Quantitative differences were observed when using different dilutions. The activity produced with the mucus and serum of *Abramis* is most conspicuous, and it is assumably due to an organic substance (ichthyotoxin?) whereas the chemoecologically important act may be explained also by the inorganic salt constituents of tissues.

REFERENCES

- AREY, L. B. (1921): An experimental study on Glochidia and the factors underlying encystment. — *J. Exp. Zool. Philadelphia* **33**, 463—492.
- BUNDER, T. (1934): Halak vérsavójának toxicitása. (In KOSTOJANC: Az összehasonlító élettan alapjai.) — *Akadémiai Kiadó Budapest* 1955.
- FAUSSEK, V. (1895): Über den Parasitismus der Anodontalarven in der Fischhaut. (In HERBERS 1913.)
- HARANGHY, L., A. BALÁZS, M. BURG (1964): Phenomenon of ageing in Unionidae, as example of ageing in animals of telometric growth. — *Acta Biol. Hung.* **14**, 311—318.
- HARMS, W. (1908): Die postembryonale Entwicklung von *Unio pictorum* und *Unio tumidus*. — *Zool. Ann.* **32**, 693—695.
- HARMS, W. (1909): Postembryonale Entwicklungsgeschichte der Unioniden. — *Zool. Jahrb.* **28**, 337.
- HAZAY, J. (1885): Fisch und Muschel. (In: *Herbers* 1913.)

- HEARD, W. H., S. S. HENDRIX (1964): Behavior of Unionid Glochidia. — *Annual Reports of the American Malacological Union*. pp. 2—3.
- HERBERS, K. (1913): Entwicklungsgeschichte von *Anodonta cellensis* Schröt. — *Zeitschr. f. wiss. Zool.* **108**, 35—43.
- KOSTOJANC, H. SZ. (1955): Az összehasonlító élettan alapjai. — *Akadémiai Kiadó Budapest*.
- LÁBOS, E., J. SALÁNKI (1963): The effect of alkali metal ions and alkaline earth metal ions on the rhythmic activity of glochidia of the freshwater mussel *Anodonta cygnea* L. — *Annal. Biol. Tihany* **30**, 45—57.
- LÁBOS, E., J. SALÁNKI, K. RÓZSA (1964): Effect of serotonin and other bioactive agents on the rhythmic activity in the glochidia of fresh-water mussel (*Anodonta cygnea* L.). — *Comp. Biochem. Physiol.* **11**, 161—172.
- LEFEVRE, G., W. C. CURTIS (1912): Studies on the Reproduction and artificial Propagation of Fresh-Water Mussels. — *Bull. Bur. Fish.* **30**, 756.
- LEYDIG, F. (1866): Mitteilung über den Parasitismus junger Unioniden an Fischen. — Tübingen Dissertation. *Frankfurt a. M.*
- LILLIE, F. R. (1895): The embryology the unionidae. — *J. Morphology* **10**.
- OOSTEN, V. J. (1957): The skin and scales. (In: BROWN, M. E.: The physiology of fishes.) — *Academic Press New York* Vol. **1**, 207—219.
- SCHIERHOLZ, C. (1878): Zur Entwicklungsgeschichte der Teich und Flussmuschel. — *Zeitschr. f. wiss. Zool.*
- SEBESTYÉN, O. (1964): Horizontale Plankton-Untersuchungen im Balaton III. Weitere orientierende Untersuchungen über die horizontale Verbreitung der Planktonkrebse, mit besonderer Rücksicht auf die Verhältnisse der Bucht von Keszthely und deren Krebse. — *Annal. Biol. Tihany* **31**, 223—243.
- WEGENER, G. (1909): Die Ectoparasiten der Fische Ostpreussens. — *Schriften d. Phys. ökon. Ges. Königsberg.* **50**. Jahrg.
- YOUNG, D. (1911): The implantation of the glochidium on the Fish. — *University of Missouri Bulletin. Sci. Ser.* Vol. **2**, No. 1, 1—20.

KEMO-ÖKOLÓGIAI KAPCSOLATOK VIZSGÁLATA NÉHÁNY BALATONI HALFAJ ÉS AZ *ANODONTA CYGNEA* L. GLOCHIDIUMA KÖZÖTT

Összefoglalás

Lukacsovics Ferenc és Lábos Elemér

1. Szerzők néhány balatoni halfaj (*Cyprinus carpio*, *Carassius carassius*, *Rutilus rutilus*, *Abramis brama*, *Lucioperca lucioperca* és *Pelecus cultratus*) epidermisz nyálkájának és szérumának hatását vizsgálták *Anodonta cygnea* L. glochidiumain.

2. Az adductorok motorikus aktivitása taktikus ingerrel is kiváltható, azonban a tónus időtartama csak rövid ideig áll fenn.

3. Minden vizsgált halfaj epidermiszváladéka és széruma képes jelentős fokú ritmikus és tónusos aktivitás előidézésére.

4. A ritmikus aktivitás koncentráció függése egy maximumot mutat, a tónusos válasz a koncentrációtól S alakú görbe szerint függ.

5. A glochidium tartós megtapadásában jelentős ökológiai szerepet tulajdonítanak a hígíthatlan anyagok azonnali és tartós tónust kiváltó hatásának, míg a mechanikai tényező indítóokként szerepelhet. A tónust megelőző ritmikus aktivitás a glochidiumok beakadását teszi valószínűbbé.

6. A kemoökológiai szempontból értékelt adatok arra utalnak, hogy a vizsgált halfajok epidermisz nyálkája és széruma nem tér el egymástól kvalitatíve, így ennek alapján nincs kitüntetett gazdája a glochidiumnak.

7. A hígítások során kvantitatív eltérések voltak. Kiemelendő az *Abramis* nyálka és szérum aktivitása, amelyért organikus anyag (ichthyotoxin?) tehető felelőssé, míg a kemoökológiai szempontból fontos aktust a szövetek sóösszetétele is magyarázza.

ИССЛЕДОВАНИЕ ХЕМО-ЭКОЛОГИЧЕСКИХ СВЯЗЕЙ МЕЖДУ ГЛОХИДИЯМИ
Anodonta cygnea L. И НЕСКОЛЬКИМИ ВИДАМИ БАЛАТОНСКИХ РЫБ

Ф. Лукачевич, Э. Лабаш

1. Авторы изучали влияние кожной слизи и сыворотки нескольких видов балатонских рыб (*Cyprinus carpio*, *Carassius carassius*, *Rutilus rutilus*, *Abramis brama*, *Lucioperca lucioperca*, *Pelecus cultratus*) на глохидии беззубки.

2. Моторную активность аддукторов можно вызывать и тактильными раздражениями, но тоническое сокращение сохраняется только короткое время.

3. Экстракты кожи и сыворотки всех видов рыб способны вызывать значительную ритмическую и тоническую активность глохидиев.

4. Ритмическая активность показывает один максимум, зависящий от концентрации, экстрактов кожи и сыворотки рыб, а тоническая реакция зависит от концентрации по S-образной кривой.

5. В прикреплении глохидиев приписывают значительную роль быстрому и длительному действию неразбавленных веществ, вызывающих тонус, а механический фактор выступает в качестве пускового механизма в этом процессе. Ритмическая активность, предшествующая тонусу, делает возможным приклепление глохидиев.

6. Данные, рассмотренные с хемо-экологической точки зрения, указывают, что слизь кожи и сыворотка изучаемых видов рыб не отличается друг от друга, значит, по этим показателям глохидии не выбирают своих хозяев.

**THE EFFECT OF 5-HYDROXYTRYPTAMINE ON THE HEART
OF FRESH WATER MUSSEL (*ANODONTA CYGNEA* L.)
IN THE CASE OF DIFFERENT MODES OF APPLICATION**

TIBOR PÉCSI

Received: March 5th 1965

A number of studies are known concerning the effect of 5-hydroxytryptamine (5-HT) on the molluscan heart. Within molluscs the lamellibranchiates occupy a significant position because their isolated heart serves as a suitable test object for the bioassay of 5-HT. In the experiments known up to now mainly the isolated heart of the marine lamellibranchiates was used (WELSH 1953, 1956; GADDUM—PAASONEN 1955; YOSHIHARA—KURIAKI 1957; GREENBERG 1960a, b; LOVELAND 1963), while from the fresh water mussel species few were examined.

FÄNGE (1955) was the first to suggest 5-HT bioassay using the heart of *Anodonta cygnea* L. on which the effect of 5-HT and its related compounds was examined in some detail by MARCZYNSKI (1959). More recently KUZIEMSKI (1962) made use of fresh water mussel species (*Unio pictorum* and *Anodonta cygnea*) for the examination of 5-HT effect on the heart of the mussel.

In literature two methods of the preparation and use of the isolated mussel's heart (ventriculus) are known. According to the first method a cannula was inserted in the heart and thus the 5-HT injected into the cannula influenced directly the inner wall of the heart. According to the other method the heart was placed into a bath full of physiological liquid and the 5-HT solution given into the latter acted on the external wall of the heart.

Concerning the comparison of the sensitivity of the external and internal wall of isolated mussel's heart up to now some data are known mainly in connection with acetylcholine (ACh). According to the examinations conducted by WELSH and TAUB (1948) the external wall of the heart of *Mercenaria (Venus) mercenaria* is as sensitive to ACh as the inner wall. Other authors (TEN CATE—REESINCK 1954; FLOREY—MERWIN 1961) demonstrated a difference in the sensitivity to ACh of the interior and exterior sides of the isolated mussel's hearts. Similarly a difference was demonstrated in the effect of some alkaloids (CARLSON 1922) and salts (MOTLEY 1934) on the mussel's heart according to whether they were introduced into the bath liquid or through a cannula in the interior of the heart. Therefore the question of the dependence on the locus of the sensitivity effect may well arise also in connection with the 5-HT. To be able to make consistent the 5-HT sensitivity data referred to in literature — which were obtained in mussel heart prepared with the above method — with each other, comparative examination of the sensitivity of the two methods became necessary. As a further comparison also the 5-HT sensitivity of the *in situ* mussel heart was investigated. Thus in the course

of our experiments the 5-HT effect on the heart of *Anodonta* was examined in the case of four different methods of application:

- a) into the interior of the isolated heart,
- b) into the bath liquid of the isolated heart,
- c) to the *in situ* heart or pericardial liquid respectively and
- d) into the auricle of the *in situ* heart.

Method

The experiments were conducted on *Anodonta cygnea* L. hearts in the winter months at 20–22° C room temperature. Isolation and suspension of mussel's hearts placed into bath liquid was carried out with slight modification according to the method of WAIT (1943) and/or WELSH and SLOCOMBE (1952) described in a previous paper (PÉCSI—SALÁNKI 1964). In a perfectly similar way were prepared the isolated hearts provided with a cannula with the only difference that their suspension and the recording of the cardiac action was carried out in the air. The latter fact of course rather restricted the period of usability of the thus prepared hearts for testing. The method of obtaining *in situ* preparations was also described earlier (PÉCSI—SALÁNKI 1964).

To be able to obtain normal or nearly normal cardiac action immediately after preparation in the case of isolated heart preparations, attention had to be paid to the blood volume of the hearts. Methods used by us made it possible to change the pressure within the heart and to adjust it to a value at which the heart was enabled to normal activity. Thus, in contrast to published data (FÄNGE 1955; MARCZYNSKI 1959; KUZIEWSKI 1962; SAKHAROV—NISTRATOVA 1963) we never experienced a shorter or longer standstill of the hearts subsequently to preparation.

Recording of cardiac action was carried out with the aid of a light lever on a smoked drum.

To set in action the isolated hearts, as a bath liquid and for the preparation of the 5-HT creatinine sulphate solutions a mussel physiological solution (MARCZYNSKI 1959) was used.

In the case of isolated hearts placed into a bath the whole heart was in the 5-HT solution of adequate concentration while in the three other cases the 5-HT solutions were added to the heart in an amount of 0.2 ml with the aid of a syringe. In these latter cases we always had to reckon with a considerable (minimum 10 fold) dilution.

Results

A) *Isolated heart preparations*

To 5-HT applied in two different ways the isolated hearts did not respond with the same sensitivity. The more sensitive method proved to be that in which the 5-HT solution was injected into the cannula *i.e.* the interior of the heart (*Fig. 1*). In this case the 5-HT sensitivity threshold of the heart was observed at the dosage of 0.2 ml 10^{-9} M solution (*Fig. 1a*) to which the heart responded with increased amplitude and frequency. Since the amount of 5-HT introduced into the heart was diluted to about its 10-fold by the liquid within the heart, the threshold of these hearts can be determined around

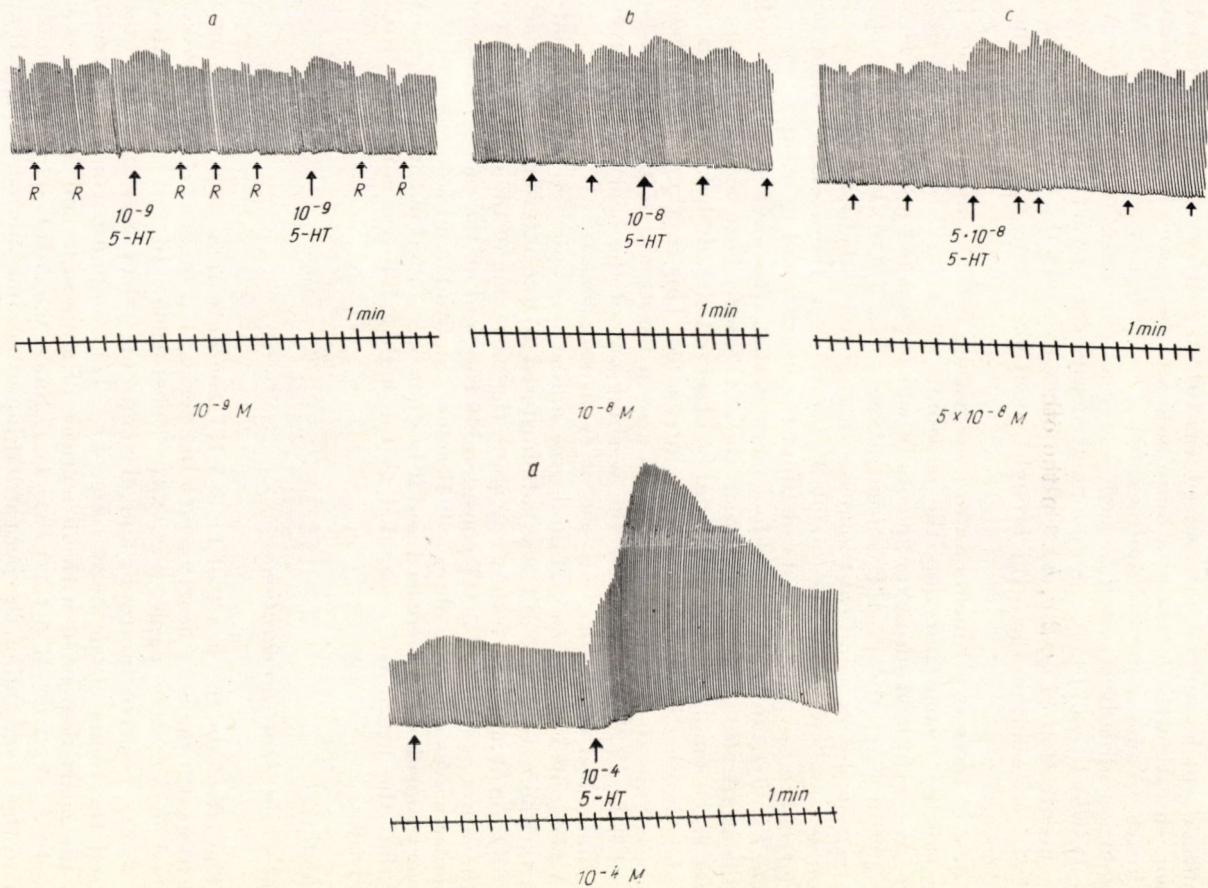


Fig. 1. The effect of 5-hydroxytryptamine in case of administering into the cannula of the isolated heart
 1. ábra. Az 5-hydroxytryptamin hatása az izolált szív kanüljébe adása esetén

10^{-10} M. With the increase of the amplitude was always more manifest than that of frequency (*Fig. 1 b, c*).

The sensitivity to 5-HT of the hearts placed into the bath was lesser than in the former case. The minimum 5-HT concentration resulting in an increase of amplitude which could be just noticed was 10^{-8} M (*Fig. 2a*). With increased 5-HT concentration the increase in amplitude and frequency of the pulsation of the heart became more and more explicit (*Fig. 2 b, c, d, e, f*). 5×10^{-6} M 5-HT solution already resulted in such increase of amplitude and frequency (*Fig. 2 f*) which could be no more enhanced with the further increase of the 5-HT concentration (*Fig. 2 g, h*). On the other hand, in the case of the use of 10^{-4} M 5-HT solution the 5-HT brought about also an increase in the tonus (*Fig. 2 h*).

Since in these experiments an ever increasing 5-HT concentration acted on the isolated hearts and thus the possibility of a 5-HT adaptation was present, we performed also experiments in which we acted immediately with very high (10^{-5} – 10^{-4} M) 5-HT concentrations (*Fig. 3*). In the case of both concentrations a very significant increase of amplitude (about 200 per cent on the average) and of frequency (about 25 per cent on the average) could be observed and in no case was a standstill of the heart found to occur.

On *Fig. 3* it can be seen in all four pictures that after having administered a great concentration of 5-HT the basic line of the heart beat became undulating, that is the small waves which could be observed already before and which followed each other in regular intervals, intensified. This rhythmic fluctuation of the basic line appeared in many cases also in hearts where it could not be observed before (*Fig. 3 b*). After the washing out of the heart these waves either diminished to the original size or even disappeared.

A phenomenon up to a certain degree similar was observed also in isolated hearts where 10^{-4} M 5-HT was administered to the interior of the heart (*Fig. 1 d*). As it appears from the *Figure*, the basic line of the cardiac action after the administration of 5-HT considerably rose and on the rising shaft here too smaller waves could be observed. Besides, amplitude and frequency of the heart very considerably increased and it has not been found in this experiment either that the heart had responded to the high 5-HT concentrations with a standstill.

B) *In situ* heart preparations

The effect on the heart of high 5-HT concentrations (10^{-4} M) administered to *in situ* mussel's heart or into the pericardial liquid has been already described in an other paper (SALÁNKI—PÉCSI 1965). In this concentration 5-HT had a positive inotropic and chronotropic effect and as a rule also increased the tonus of the heart (*Fig. 4 c*). The minimum concentration to which the heart responded with an increase of amplitude and frequency was 0.2 ml 10^{-6} – 5×10^{-6} M 5-HT (*Fig. 4 a*). Since the 5-HT solution administered to the heart and/or the pericardial liquid became diluted to more than 10-fold, the threshold of the 5-HT thus applied was around 10^{-7} – 5×10^{-7} M. A drawback of the method is that the exact place of the 5-HT effect can not be controlled and delimited because there is a possibility for the 5-HT solution given to the *in situ* heart to spread.

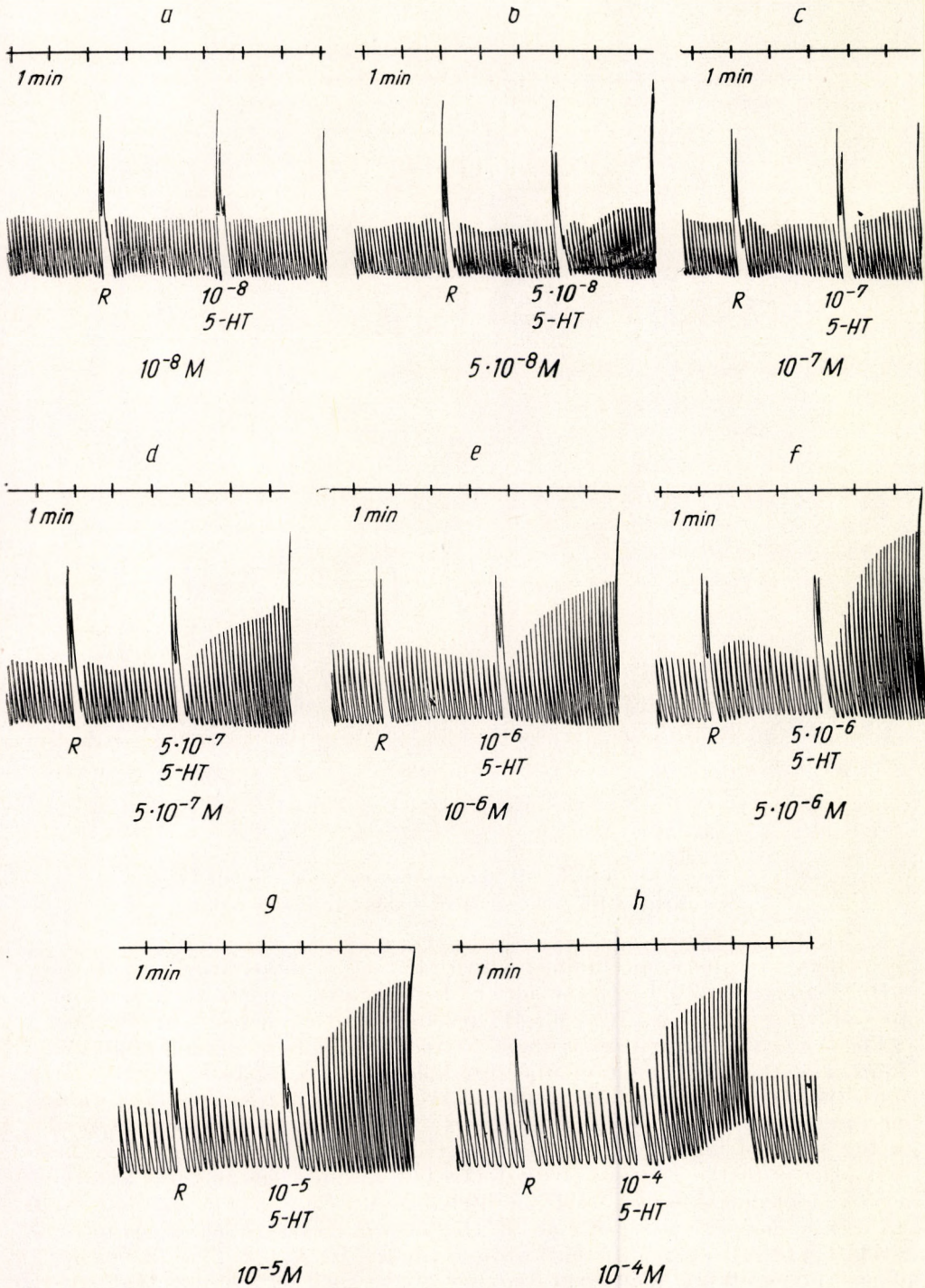


Fig. 2. The action of 5-HT solutions applied as bath liquids on the heart
 2. ábra. Fürdőfolyadéként alkalmazott 5-HT oldatok hatása a szíven

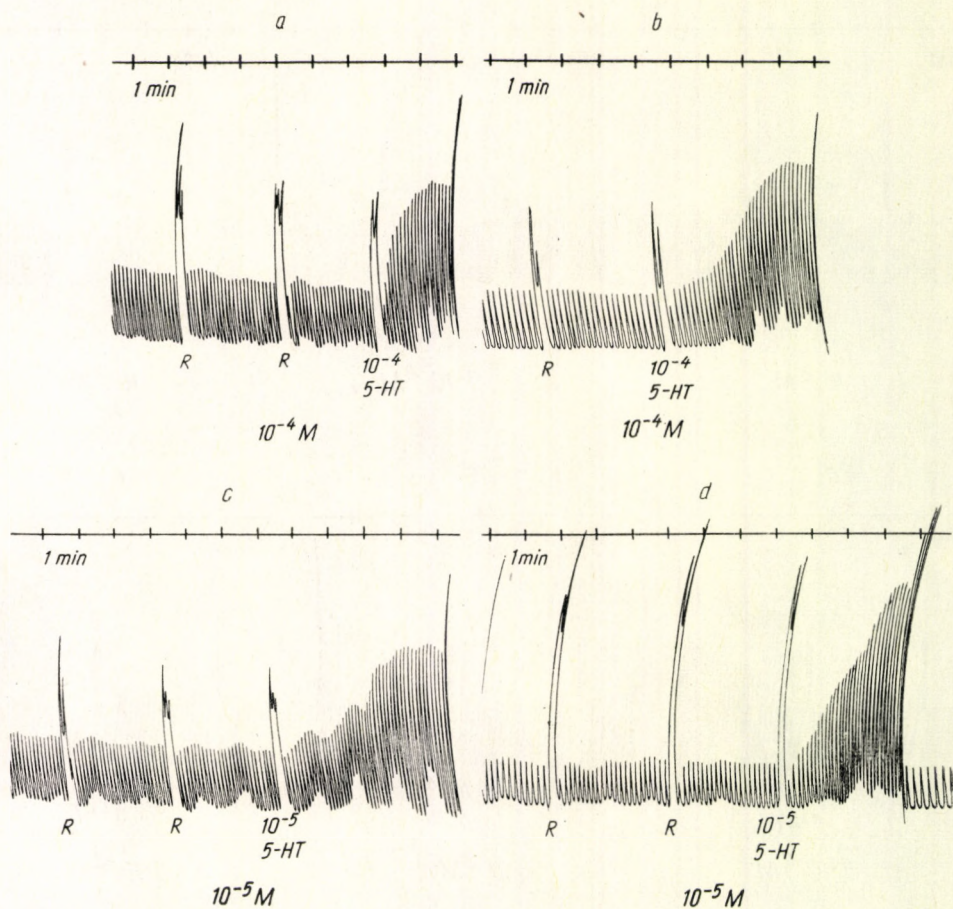


Fig. 3. The effect of high 5-HT concentrations on the isolated heart
 3. ábra. Nagy 5-HT koncentrációk hatása az izolált szívre

Better results were obtained with those *in situ* preparations where the 5-HT has been injected into the auricle. In these experiments already 0.2 ml 10^{-7} M but especially 5×10^{-7} M 5-HT resulted in an explicitly positive effect (Fig. 5 a). Since also here it must be reckoned with a minimum 10-fold dilution of the 5-HT solution, the threshold was around 10^{-8} – 5×10^{-8} M. With the increase of the 5-HT concentration amplitude frequency and tonus increased (Fig. 5 b, c, d, e). Those hearts which were immediately exposed to the effect of high (10^{-4} – 10^{-3} M) 5-HT concentrations responded in the first place with the increase of the tonus but within a few minutes also the positive inotropic effect of 5-HT manifested itself (Fig. 5 d, e).

Difference in the sensitivity of the *in situ* heart preparations to the 5-HT applied in two different ways is shown in Fig. 6. The deficiency of such preparations — although they are giving good results — is that after the various 5-HT concentrations the heart can not be washed out, that is

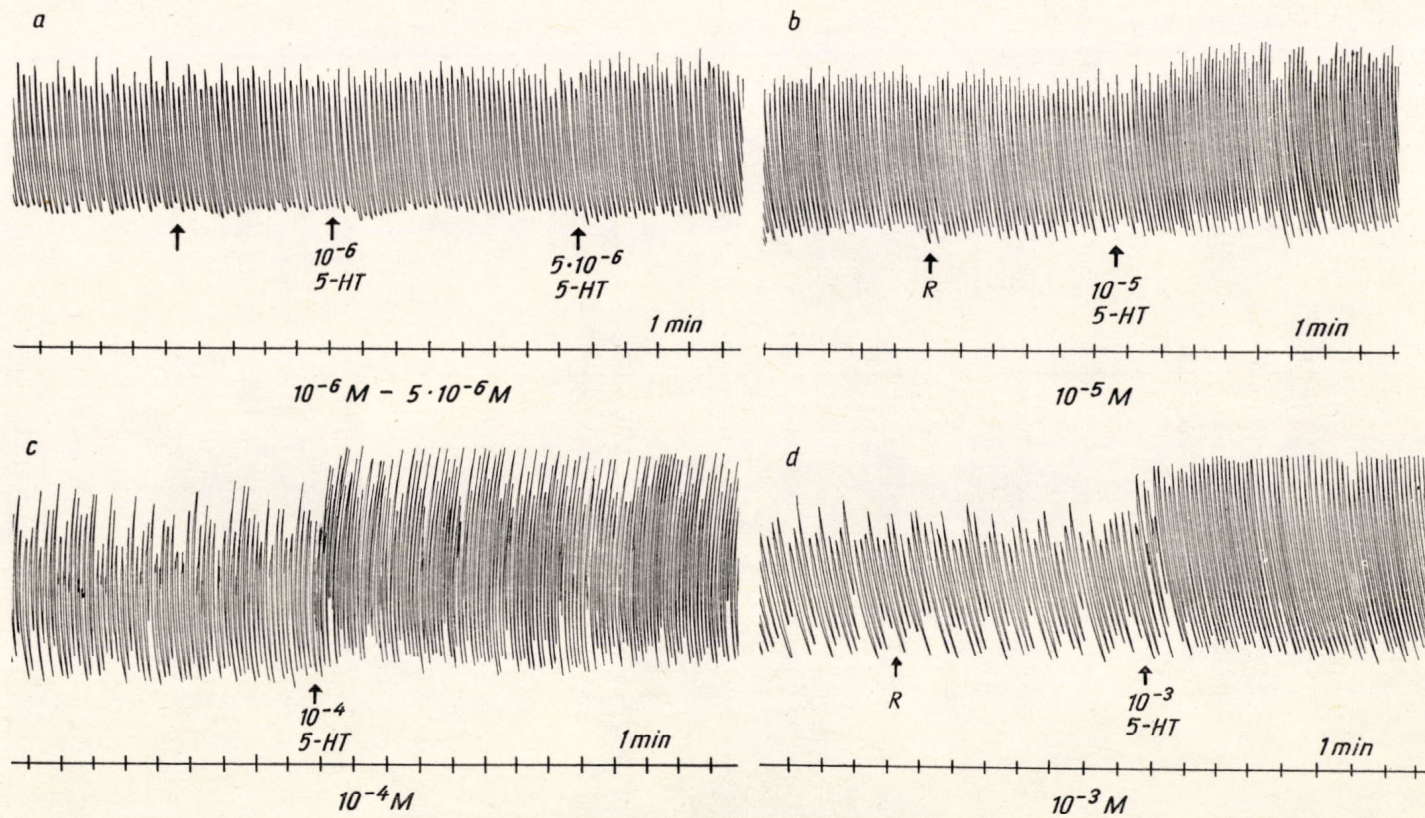


Fig. 4. The effect of 5-HT given to the *in situ* heart
 4. ábra. Az *in situ* szívre adott 5-HT hatása

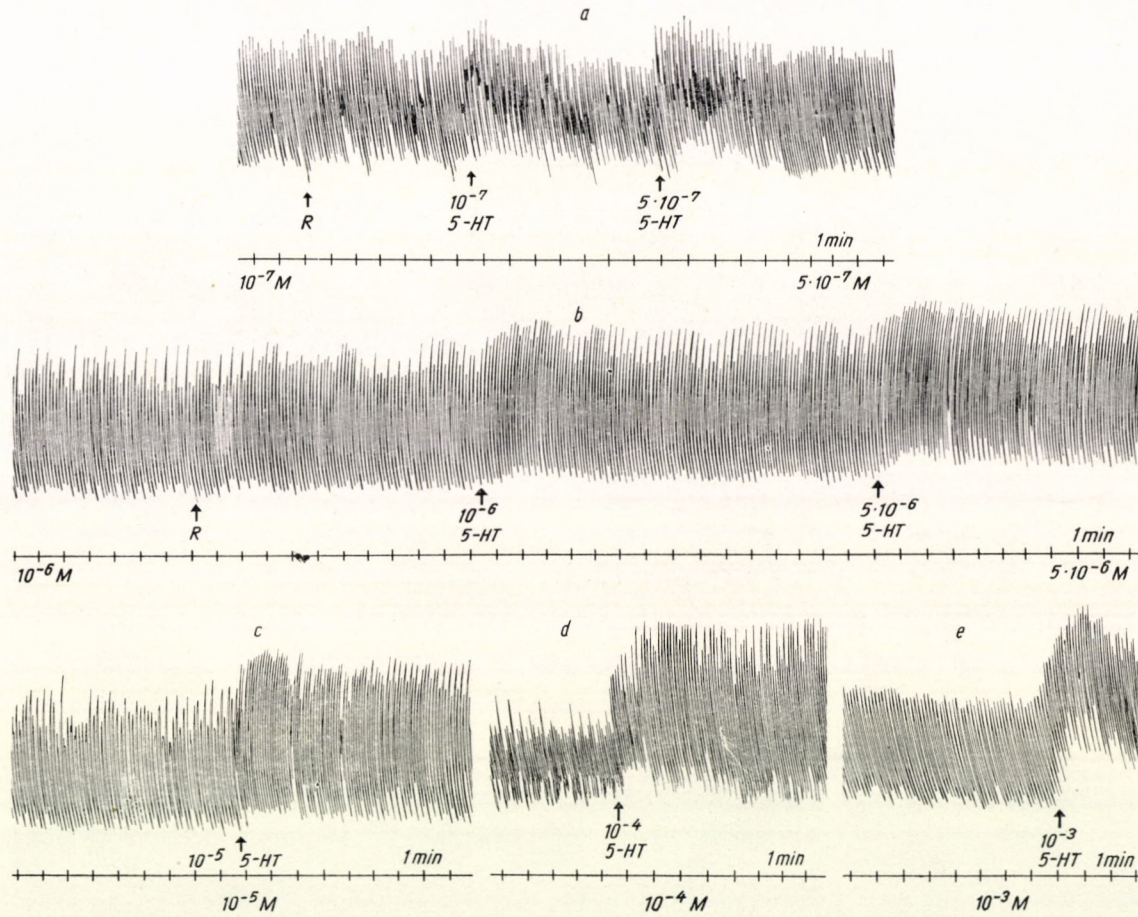


Fig. 5. The effect of 5-HT in case of injecting into the auricle of the *in situ* heart
 5. ábra. Az 5-HT hatása az *in situ* szív pitvarába való injekciózás esetén

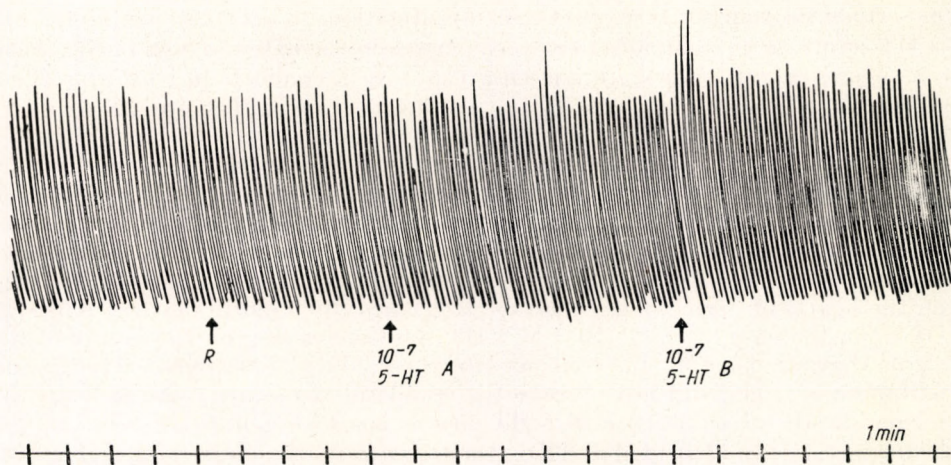


Fig. 6. Comparison of the sensitivity to 5-HT given on and/or into the heart on *in situ* preparation

6. ábra. A szívre, illetve a szívbe adott 5-HT-re való érzékenység összehasonlítása *in situ* preparátumon

the 5-HT from the heart with the haemolymph spreads in the whole organism and on the effect of 5-HT such reactions appeared (contraction of the adductors, then relaxation, stretching of the foot etc.) which as mechanical excitations adversely influenced the reaction of the hearts to further 5-HT.

Discussion

As well known from earlier works (FÄNGE 1955; MARCZYNSKI 1959) and corroborated by our own data the isolated *Anodonta* heart preparations may serve as suitable test objects for the determination of low 5-HT concentrations. However the response of isolated hearts to 5-HT was obviously influenced by whether 5-HT was given into the cannula or the bath liquid, that is whether 5-HT acted on the interior or exterior wall of the ventricle. The fact found during the experiments that in case 5-HT was given into the cannula the threshold was around 10^{-10} M while in the case of 5-HT acting as bath liquid the heart responded perceptibly only to the 10^{-8} M solution, permitted to conclude that the mussel's heart is more sensitive to 5-HT acting in the interior of the heart. Since this finding was supported also by our experiments conducted in mussel's hearts *in situ*, we concluded from our data that the 5-HT sensitivity of the inner wall of the ventricle is greater than that of the external wall.

Our results show a close agreement with the thresholds observed up to now in *Anodonta* (FÄNGE 1955; MARCZYNSKI 1959), *Unio* (KUZIEMSKI 1962), *Venus* (WELSH 1953, WELSH—MCCOY 1957) and *Cyprina* (WELSH 1956) hearts. Newer data were obtained on the isolated heart of *Unio* by KUZIEMSKI (1962) when using parallel with the kymographic examinations also photoelectric recording method finding thresholds of 10^{-12} — 10^{-16} M 5-HT depending on

experimental temperature. In these investigations KUZIEMSKI employed the 5-HT solutions as bath liquid that is he acted on the external wall of the heart.

Insufficient studies are known up to now in connection with the effect of high 5-HT concentrations on the molluscan hearts. The results found in literature are contradictory which may be explained by the fact that the examinations were conducted on the hearts of different Mollusca species. The examinations of JAEGER (1962) resulted at the 5-HT 10^{-6} g/ml concentration in a systolic standstill on the heart of the snail *Strophocheilos oblongus*. Similar results were obtained in the case of 10^{-5} – 10^{-4} M solutions by GREENBERG (1960a) and of 5×10^{-6} – 10^{-5} M 5-HT solutions by LOVELAND (1963) acting on the hearts of *Mercenaria (Venus) mercenaria*, by YOSHIHARA and KURIAKI (1957) in the case of 10^{-4} – 10^{-5} M 5-HT solutions acting on the hearts of the clam *Meretrix lusoria*. In contrast to these data KUZIEMSKI (1962) and GREENBERG (1965) did not observe the standstill of pulsation of the heart the former in the case of 10^{-5} M 5-HT on the heart of *Unio pictorum* and the latter in the case of 10^{-4} M 5-HT on the heart of *Anodonta grandis* and according to the investigations of HILL (1958) the ventricle of the snail *Busycon canaliculatum* does not show systolic standstill even on the action of 10^{-2} M 5-HT. Both in the isolated and *in situ* *Anodonta* hearts our experience was that the hearts did not come to a standstill in any case upon the action of 10^{-5} – 10^{-4} M 5-HT. Thus the isolated hearts of the marine *Venus* and of the fresh water *Anodonta* although they responded similarly to low 5-HT concentrations gave different responses to high (10^{-5} – 10^{-4} M) concentrations.

Since in the course of our experiments the hearts were hung up by bindings made on the aorta, for the undulation of the basic line of the heart's activity which can be observed in some cases, the intestine located in the axis of suspension should be considered responsible. As it appears from *Fig. 3* the spontaneous rhythmic activity of the intestine became manifest in the form of small and comparatively infrequent waves which at the use of the high (10^{-5} – 10^{-4} M) 5-HT doses as bath liquids increased and in cases when the activity of the intestine could not be observed earlier even rhythmic activity was induced upon these doses (*Fig. 3 b*). Therefore several authors, to avoid the interaction between the heart and the intestine proceeding in the longitudinal axis of the heart either hung up the ventricle by bindings applied at the auricles (WAIT 1943; WELSH—TAUB 1948; WELSH—SLOCOMBE 1952; KUZIEMSKI 1962; LOVELAND 1963; SAKHAROV—NISTRATOVA 1963) or had removed the intestine from the heart (TEN CATE—REESINCK 1954; YOSHIMURA—KURIAKI 1957; SAKHAROV—NISTRATOVA 1963).

According to examinations conducted by NYSTROM (1963) on *Spisula solidissima* and GREENBERG and JEGLA (1963) on *Mercenaria (Venus) mercenaria* the 5-HT up to 10^{-6} M resulted in a stimulating effect on the rectum while the higher concentrations (5×10^{-6} – 10^{-5} M) inhibited the rhythmic activity of the intestine and considerably increased the tonus of the intestine (GREENBERG—JEGLA 1963). Taking these results into consideration we can conclude from our data that from the 10^{-5} – 10^{-4} M bath liquid 5-HT diffuses into the interior of the heart and the 5-HT concentration within the heart attains such value which beside increasing the rhythmic activity of the intestine probably enhances the tonus of the intestine too. When we administered 0.2 ml 10^{-4} M 5-HT this meant even after dilution in the liquid within the heart such concentration resulted in increase of tonus in the intestine

stretch within the heart (*Fig. 1 d*). Thus in our opinion the intestine passing through the heart although it is by the binding applied on the two aortas in close interaction with the ventricle does not specially disturb the response of the heart to 5-HT doses around the threshold; its role becomes manifest more in the case of high 5-HT dosage rates. This of course excludes in no way the possibility that under physiological conditions the sensitive intestine movement of the 5-HT may influence the activity of the heart also in the case of low concentrations.

Summary

The effect on the heart of the fresh water mussel (*Anodonta cygnea* L.) of 5-hydroxytryptamine (5-HT) was examined with four modalities of application:

- a) given into the interior of the isolated heart,
- b) given into the bath liquid of the isolated heart,
- c) administered to the *in situ* heart or the pericardial liquid respectively

and

- d) into the auricle of the *in situ* heart.

It has been established that both in the case of isolated and *in situ* heart preparations the interior wall of the ventricle is more sensitive to 5-HT than the outer wall which must be absolutely taken into consideration when titrating 5-HT on the heart of lamellibranchiates and/or comparing data obtained with different methods.

Under the experimental conditions, examining the interaction of the heart and of the rectum passing through it we demonstrated that the rectum does not disturb the response of the heart to low 5-HT concentrations, its effect appeared in high concentrations.

REFERENCES

- CARLSON, A. J. (1922): A note on the action of curare, atropine, and nicotine on the invertebrate heart. — *J. Gen. Physiol.* **4**, 559—568.
- FÄNGE, R. (1955): Use of isolated heart of a freshwater mussel (*Anodonta cygnea* L.) for biological estimation of 5-hydroxytryptamine. — *Experientia* **11**, 156—157.
- FLOREY, E., H. J. MERWIN (1961): Inhibition in molluscan hearts and the role of acetylcholine. — In: *Nervous inhibition*, ed. E. FLOREY, Pergamon Press, pp. 136—143.
- GADDUM, J. H., M. K. PAASONEN (1955): The use of some molluscan hearts for the estimation of 5-hydroxytryptamine. — *Brit. J. Pharmacol.* **10**, 474—483.
- GREENBERG, M. J. (1960a): The responses of the Venus heart to catecholamines and high concentrations of 5-hydroxytryptamine. — *Brit. J. Pharmacol.* **15**, 365—374.
- GREENBERG, M. J. (1960b): Structure-activity relationship of tryptamine analogues on the heart of Venus mercenaria. — *Brit. J. Pharmacol.* **15**, 375—388.
- GREENBERG, M. J. (1965): A compendium of responses of bivalve hearts to acetylcholine. — *Comp. Biochem. Physiol.* **14**, 513—539.
- GREENBERG, M. J., T. C. JEGLA (1963): The action of 5-hydroxytryptamine and acetylcholine on the rectum of the Venus clam, *Mercenaria mercenaria*. — *Comp. Biochem. Physiol.* **9**, 275—290.
- HILL, R. B. (1958): The effects of certain neurohumors and of other drugs on the ventricle and radula protractor of *Busycon canaliculatum* and on the ventricle of *Strombus gigas*. — *Biol. Bull.* **115**, 471—482.
- JAEGER, C. P. (1962): Physiology of Mollusca. II. Action of serotonin and other amines on the heart of *Strophocheilus oblongus*. — *Comp. Biochem. Physiol.*, **6**, 243—245.
- KUZIEMSKI, H. (1962): Izolowane serce skójki (*Unio pictorum* L.) i jego zastosowanie do oznaczenia serotoniny. — *Acta Biol. et Med. Soc. Sc. Gedan.* **6**, 429—454.

- LOVELAND, R. E. (1963): 5-hydroxytryptamine, the probable mediator of excitation in the heart of *Mercenaria (Venus) mercenaria*. — *Comp. Biochem. Physiol.* **9**, 95—104.
- MARCZYNSKI, T. (1959): The fresh-water clam *Anodonta cygnea* L. as a test object for serotonin and related compounds. — *Bull. Acad. Polon. Sci., Sér. sci. biol.* **7**, 147—150.
- MOTLEY, H. L. (1934): Physiological studies concerning the regulation of heartbeat in freshwater mussels. — *Physiol. Zoöl.* **7**, 62—84.
- NYSTROM, R. A. (1963): Spontaneous activity of *Spisula* intestine. — *Proc. XVI. Internat. Congr. Zool., Washington*, **2**, p. 110.
- PÉCSI, T., J. SALÁNKI (1964): The role of pressure in the periodical changes of cardiac action in the fresh water mussel (*Anodonta cygnea* L.). — *Annal. Biol. Tihany* **31**, 65—76.
- (SAKHAROV, D. A., S. N. NISTRATOVA) Сахаров, Д. А., С. Н. Нистратова (1963): Особенности холинергической реакции в сердце беззубки. — *Физиол. журн. СССР*, **49**, 1475—1481.
- SALÁNKI, J., T. PÉCSI (1965): Reflex influences on the activity of adductors of fresh water mussel (*Anodonta cygnea* L.) by stimuli applied to the heart. — *Annal. Biol. Tihany* **32**, 93—109.
- TEN CATE, J., M. J. REESINCK (1954): The action of acetylcholine and eserine on the heart and the intestine of *Anodonta cygnea* L. — *Physiol. Comp. et Oecol.* **3**, 337—342.
- WAIT, R. B. (1943): The action of acetylcholine on the isolated heart of *Venus mercenaria*. — *Biol. Bull.* **85**, 79—85.
- WELSH, J. H. (1953): Excitation of the heart of *Venus mercenaria*. — *Arch. exp. Path. u. Pharmacol.* **219**, 23—29.
- WELSH, J. H. (1956): Neurohormones of invertebrates. I. Cardioregulators of *Cyprina* and *Buccinum*. — *J. mar. biol. Ass. U. K.* **35**, 193—201.
- WELSH, J. H., A. C. MCCOY (1957): Actions of d-lysergic acid diethylamide and its 2-bromo derivative on heart of *Venus mercenaria*. — *Science* **125**, 348.
- WELSH, J. H., A. G. SLOCOMBE (1952): The mechanism of action of acetylcholine on the *Venus* heart. — *Biol. Bull.* **102**, 48—57.
- WELSH, J. H., R. TAUB (1948): The action of choline and related compounds on the heart of *Venus mercenaria*. — *Biol. Bull.* **95**, 346—353.
- YOSHIHARA, H., K. KURIAKI (1957): Coeur isolé du mollusque utilisable pour le dosage biologique d'agents pharmacologiques. — *C. R. Soc. Biol.* **151**, 1462—1465.

AZ 5-HYDROXYTRYPTAMIN HATÁSA A TAVI KAGYLÓ (*ANODONTA CYGNEA* L.) SZIVÉN KÜLÖNBÖZŐ ALKALMAZÁSI MÓDOK ESETÉN

Összefoglalás

Pécsi Tibor

Az 5-hydroxytryptaminnak (5-HT) a tavi kagyló (*Anodonta cygnea* L.) szivén való hatását vizsgáltuk négyféle applikálási mód mellett:

- izolált szív belsejébe adva,
- izolált szív fürdőfolyadékába adva,
- in situ szívre, illetve a pericardiális folyadékba adva, és
- in situ szív pitvarába adva.

Megállapítottuk, hogy mind az izolált, mind az in situ szívpreparátumok esetén a ventriculus belső fala érzékenyebb az 5-HT-ra mint a külső fal, amit az 5-HT Lamelli-branchiata szíven való titrálásakor ill. különböző módszerrel nyert adatok összehasonlításakor feltétlenül figyelembe kell venni.

Kísérleti körülményeink között a szív és a rajta áthaladó rectum egymásrahatását vizsgálva kimutattuk, hogy a rectum nem zavarja a szívnek a kis 5-HT koncentrációkra való reagálását; hatása a nagy koncentrációnál jelentkezett.

ЭФФЕКТ СЕРТОНИНА НА СЕРДЦЕ БЕЗЗУБКИ (*Anodonta cygnea* L.)
В ЗАВИСИМОСТИ ОТ СПОСОБА ЕГО ПРИМЕНЕНИЯ

Т. Печи

Изучался эффект серотонина на сердце беззубки в зависимости от разных способов его применения: серотонин давался

- а) внутри изолированного сердца,
- б) в раствор, отмывающего изолированного сердца,
- в) на сердце *in situ* т. е. в перикардальную жидкость,
- г) в предсердие сердца *in situ*.

Было установлено, что внутренняя стенка желудочка изолированного сердца и также сердца *in situ* чувствительнее к серотонину чем его внешняя стенка, и это необходимо принимать во внимание при титровании серотонина на сердцах пластинчато-жаберных и при сопоставлении данных полученных разными методами.

Изучая взаимодействие сердца и проходящей через него прямой кишки, было установлено, что прямая кишка не препятствует реакции сердца к малым дозам серотонина, но оказывает свое действие при применении больших концентраций этого агента.

**ON THE MODULATING EFFECT
OF SOME BIOLOGICALLY ACTIVE SUBSTANCES
IN THE CENTRAL NERVOUS SYSTEM OF MOLLUSCS**

KATALIN S.-RÓZSA

Received: March 15th 1965

It is known that the sensibility of the elements in the central nervous system to the afferent signalization may play an important role in the reflex processes and in addition also in the behaviour of the animals. It has been recently generally considered that the influence of some chemical agents, primarily that of the so called sedatives is based on the fact that these substances are able to change, "to modulate" the sensitivity of the central nervous elements to afferent stimuli (KILLAM 1960, KOELLA and others 1960, ABDULIAN et al. 1960). Thus, in that case one has to reckon not with the direct effect of certain substances, but only with the amplification or reduction of signals arriving from the periphery. The nervous system of molluscs seems to be especially suitable for investigating the nature of modulating effects, because it is of relatively simple organization and the single nerve centers are fairly well isolated. Just for this reason it was intended by making use of previous studies on osmoeffect (KOSHTOYANTS & RÓZSA 1961 b) to clear up, whether biologically active agents may produce modulating effects in the central nervous system of molluscs at concentrations which are ineffective in themselves, or not.

Material and method

The experiments were conducted on the nervous system of edible snail (*Helix pomatia* L.). After removing the calcareous shell and the visceral organs the suprpharyngeal and subpharyngeal ganglia were exposed and their bioelectric activity was registered with the method described previously (KOSHTOYANTS & RÓZSA 1961 a). Peripheric stimulus was applied by the excitation of the osmoreceptors located on the surface of the foot. On their excitation, in agreement with previous data, changes were observable in the bioelectric activity of the nervous centers (KOSHTOYANTS & RÓZSA 1961 b).

At the beginning of the experiments the spontaneous bioelectric activity of the pedal ganglion was registered, thereafter the surface of the foot placed into a special chamber was moistened with water and the increase in bioelectric activity occurring in the pedal ganglion was registered simultaneously. Then the water was removed from the chamber and the chemical agents investigated were applied at a concentration below threshold on the pedal ganglion and the peripheric osmoreceptors were excited again and the central effect obtained was registered. The applied chemical agents were removed by

washing with 0.7% LOCKE-solution containing NaCl and thereafter the surface of the foot was excited again and the responses of pedal ganglion was registered.

In the course of these experiments the modulating influence of serotonin, uridinediphosphate, noradrenaline and chlorpromazine was studied. The threshold concentration of these substances has been determined previously (KOSHTOYANTS & RÓZSA 1961 a, RÓZSA 1964 a). In every case care was taken that the applied substances should not change the activity of the pedal ganglion, but only interfere in the realization of afferent stimuli arriving from the periphery.

0.7% LOCKE-solution was used as physiological solution and the substances investigated were diluted in the same solution.

Results

The results show that the response of the pedal ganglion to the afferent stimulus is modulated by the substances applied at a concentration below threshold. This modulating effect may either be inhibiting or stimulating depending on the properties of the chemical agent used.

Serotonin

This substance in concentrations below threshold ($1 \cdot 10^{-11}$ — $5 \cdot 10^{-11}$) increases the response on the pedal ganglion evoked by the stimulation of the peripheric osmoreceptors by water. In this concentration serotonin does not change the spontaneous activity of the pedal ganglion. *Figure 1* illustrates the responses obtained on the application of serotonin: at the beginning of the experiment the spontaneous activity of the ganglion pedale (*Fig. 1 A*), later the increase in activity after the peripheric stimulation (*Fig. 1 B, C*) was registered. After this serotonin in $1 \cdot 10^{-11}$ M concentration was applied on the pedal ganglion and the peripheric osmoreceptors were repeatedly stimulated (*Fig. 1 E, F*). In that case the central effect produced by the excitation of osmoreceptors was more intensive: this consisted of a 25% increase in amplitude. After washing out serotonin the osmoeffect decreased below the original level, and the response produced by the excitation of osmoreceptors became gradually reestablished (*Fig. 1 I*).

Uridinediphosphate

This substance below threshold concentration increases the stimulating effect produced in the pedal ganglion by the excitation of the osmoreceptors without affecting spontaneous activity. Uridinediphosphate was applied in $1 \cdot 10^{-10}$ M concentration. On its influence an increase in osmoeffect by 30% took place which lasted for a long period even after the washing out of the substance.

Noradrenaline

Contrary to the previous two agents this substance reduces the reaction of pedal ganglion to the previously mentioned peripheric stimulus. In *figure 2* the effect produced by $1 \cdot 10^{-13}$ M noradrenaline is illustrated. At the start

of the experiment the spontaneous activity of the ganglion pedale was registered (*Fig. 2 a*). Later on changes in activity produced by the excitation of peripheric osmoreceptors were studied (*Fig. 2 B, C*). After this noradrenaline in the above concentration was applied to the pedal ganglion and the peripheric osmoreceptors were repeatedly excited. Comparing to the previous effect the considerable smaller increase in the response is well observable (*Fig. 2 E, F*). In some cases the stimulating influence of the stimulation of peripheric osmoreceptors becomes completely omitted under the effect of noradrenaline and in spite of repeated washings is not completely restored.

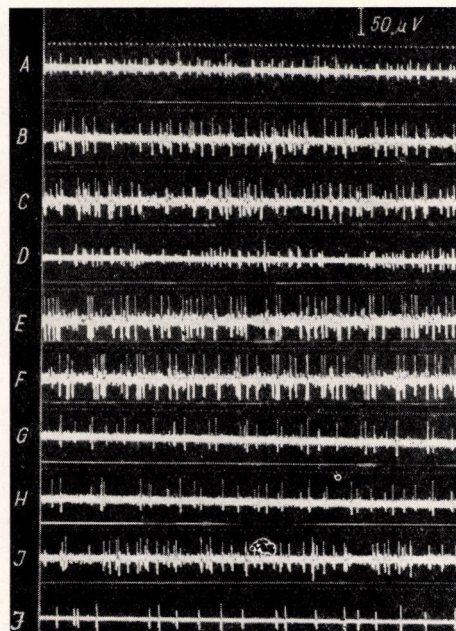


Figure 1. The modulating influence of serotonin on the central effect produced by the excitation of osmoreceptors. *A* — ground activity of pedal ganglion. *B* — the activity of ganglion after the first minute of the excitation of the osmoreceptors by water. *C* — the same after two minutes. *D* — the activity of pedal ganglion after the stimulation of the osmoreceptors and after the application of $1 \cdot 10^{-11}$ M serotonin solution on pedal ganglion. *E* — activity of ganglion after the first minute of the repeated excitation of osmoreceptors. *F* — the same after 2 minutes. *G* — activity of ganglion after the cessation of stimulation of osmoreceptors and the removal and washing out of serotonin. *H* — activity of ganglion after the first minute of the repeated stimulation of osmoreceptors. *I* — the same after 2 minutes. *J* — activity of ganglion after the cessation of stimulation of osmoreceptors
Time: in 0.05 sec.

1. ábra. A serotonin moduláló hatása az osmoreceptorok ingerlésére fellépő központi effektusra. *A* — a pedális ganglion alapaktivitása. *B* — a ganglion aktivitása 1 perccel az osmoreceptorok vízzel történő ingerlése után. *C* — ugyanaz 2 perc múlva. *D* — a pedális ganglion aktivitása az osmoreceptorok ingerlése után és a serotonin $1 \cdot 10^{-11}$ M koncentrációjának a pedális ganglionra való applikálása után. *E* — a ganglion aktivitása az osmoreceptorok ismételt ingerlése után 1 perccel. *F* — ugyanaz 2 perc múlva. *G* — a ganglion aktivitása az osmoreceptorok ingerlésének megszűntése és a serotonin eltávolítása és kimosása után. *H* — a ganglion aktivitása az osmoreceptorok ismételt ingerlése után 1 perccel. *I* — ugyanaz 2 perc múlva. *J* — a ganglion aktivitása az osmoreceptorok ingerlésének megszűnése után. Időjelzés: 0,05 sec.

Chlorpromazine

This agent in a concentration below threshold ($1 \cdot 10^{-9}$ M) reduced similar to noradrenaline the response of pedal ganglion induced by the stimulation of peripheral osmoreceptors. In single cases the central effect is completely

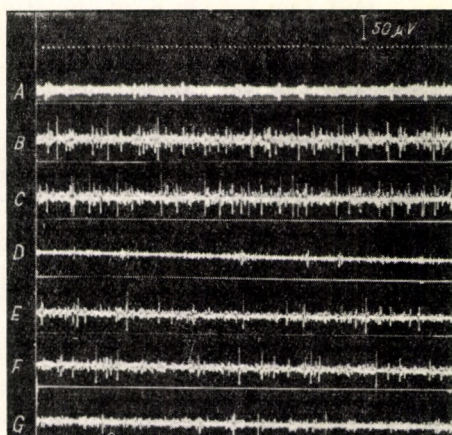


Figure 2. Modulating influence of noradrenaline on the central effect produced by the excitation of osmoreceptors. *A* — ground activity of pedal ganglion. *B* — activity of ganglion after the first minute of the excitation of osmoreceptors by water. *C* — the same after two minutes. *D* — activity of pedal ganglion after the excitation of osmoreceptors and after the application of $1 \cdot 10^{-13}$ M noradrenaline solution on pedal ganglion. *E* — activity of ganglion after the first minute of the repeated excitation of osmoreceptors. *F* — the same after 2 minutes. *G* — activity of ganglion after the cessation of excitation of osmoreceptors and the removal and washing out of noradrenaline. Time: 0.05 sec.

2. ábra. A noradrenalin moduláló hatása az osmoreceptorok ingerlésére fellépő központi effektusra. *A* — a pedális ganglion alapaktivitása. *B* — a ganglion aktivitása 1 perccel az osmoreceptorok vízzel történő ingerlése után. *C* — ugyanaz 2 perc múlva. *D* — a pedális ganglion aktivitása az osmoreceptorok ingerlése és noradrenalin $1 \cdot 10^{-13}$ M koncentrációjának a pedális ganglionra történő applikálása után. *E* — a ganglion aktivitása az osmoreceptorok ismételt ingerlése után 1 perccel. *F* — ugyanaz 2 perc múlva. *G* — a ganglion aktivitása az osmoreceptorok ingerlésének megszűnése és a noradrenalin eltávolítása és kimosása után. Időjelzés: 0,05 sec.

omitted, but the process of restoration takes place more quickly than in the case of noradrenaline.

Discussion

It is evidenced by the results that the realization of stimuli arriving from the periphery is decidedly dependent on the sensitivity of the nervous cells of the center: the realization of stimuli arriving from the periphery are facilitated by some agents as in the present case by serotonin and uridinediphosphate, or are rendered more difficult by others (noradrenaline, chlorpromazine).

Comparing the results obtained with previous data on the role of serotonin as a mediator (KOSHTOYANTS & RÓZSA 1961a, RÓZSA 1964a) it may be said that the same agent may serve in the molluscs as mediator and modulator

depending on the degree of the concentration used. The modulating influence produced by these agents is of similar character as that one resulted by their higher concentrations on the spontaneous activity of the ganglion. According to data published previously the spontaneous activity of the ganglia of edible snail is stimulated by serotonin and uridinediphosphate, and inhibited by noradrenaline and chlorpromazine at concentrations above threshold (KOSHTOYANTS & RÓZSA 1961a, RÓZSA 1964b). The modulating effect of these substances is of the same direction (facilitation or depression).

The results show that the modulators may display their effect by way of changes occurring in the threshold sensitivity of the central nervous system, whereby the same peripheric stimulus may induce a greater or smaller effect respectively than that observable in the absence of the modulating agent. It is assumable that the modulators are interfering into processes involved in electrogenesis under normal circumstances. It seems probable that the chemical agents investigated are influencing membrane potential but the changes induced are only local. The realization of peripheric stimulus on the membrane thus modified by the modulators depends on the given conditions, namely the original stimulating effect may increase or decrease. This depends as to which degree and in which direction was the polarization of cell membrane changed by the modulating substances. Intracellular registration of biopotentials is needed to clear up the more intimate mechanism of modulating influences. Nevertheless, the results obtained show that the nervous system of the molluscs may be successfully used for elucidating the mechanism of modulating influence.

Conclusions

1. The modulating effect of biologically active agents is demonstrable in the central nervous system of the molluscs. This effect is reflected by changes in the sensitivity of nerve centers produced by stimuli arriving from the periphery.
2. The realization of stimuli arriving into the pedal ganglion from the osmoreceptors are facilitated by serotonin and uridinediphosphate in a concentration below threshold and inhibited by noradrenaline and chlorpromazine.
3. In the nervous system of molluscs the same agent may serve as mediator and modulator depending upon the concentration applied.
4. The nervous system of edible snail is most suitable medium for investigating the mechanism of modulating influences. This influence is presumably closely related to electric phenomena taking place on the surface of the cell membrane.

Summary

The modulating effect of some biologically active substances (serotonin, uridinediphosphate, noradrenaline, chlorpromazine) on the realization of stimuli arriving from the periphery was investigated in the central nervous system of *Helix pomatia*. The bioelectric activity of the pedal ganglion was registered; the agents were applied to the same ganglion at a concentration below threshold. The stimulation by water of the osmoreceptors located on

the surface of the foot served as peripheric stimulus. It was established, that the realization of stimuli arriving from the periphery to the nerve center was facilitated by serotonin ($1 \cdot 10^{-11}$ M) and uridinediphosphate ($1 \cdot 10^{-10}$ M) and depressed by noradrenaline ($1 \cdot 10^{-13}$ M) and chlorpromazine ($1 \cdot 10^{-9}$ M). Conclusions are drawn as to the identity of mediators and modulators.

REFERENCES

- ABDULIAN, D. H., W. R. MARTIN, K. R. JUNA (1960): Effects of central nervous system depressants on inhibition and facilitation of the patellar reflex. — *Arch. int. Pharmacodyn.* **78**, 1–2. 169–186.
- KILLAM, K. F. (1960): Central action of chlorpromazine and reserpine. — *Transact. of the Fifth Conference Neuropharmacology. New York* 131–195.
- KOELLA, P. W., J. S. SMYTHIES, D. M. BULL, C. K. LEVY (1960): Physiological fractionation of the effect of serotonin on evoked potentials. — *Am. J. Physiol.* **198**, 205–212.
- KOSHTOYANTS, H. S., K. RÓZSA (1961a): *Kosztоянц, Х.С., Каталин Рोजа*: Сравнительно-фармакологические данные о действии серотонина норадrenalина, адrenalина и хлорпромазина на ганглии моллюсков (*Helix pomatia* L.). — *Acta Physiol. Hung.* **19**, 189–197.
- KOSHTOYANTS, H. S., K. RÓZSA (1961b): Эколого-физиологические особенности осморегуляции у виноградной улитки. Ж. общ. Биол. **4**, 311–314.
- RÓZSA, S. K. (1964a): Comparative physiological data on the mediation of the central nervous system in Molluscs. — *Acta Physiol. Hung.* **25**, 191–198.
- RÓZSA, S. K. (1964b): The action mechanism of reserpine in the nervous system in invertebrates. — *Annal. Biol. Tihany* **31**, 77–83.

NÉHÁNY BIOLÓGIAILAG AKTÍV ANYAG KÖZPONTI MODULÁLÓ HATÁSÁRÓL
PUHATESTŰEK IDEGRENSZERÉBEN

Összefoglalás

S. Rózsa Katalin

A szerző vizsgálta néhány biológiailag aktív anyag (serotonin, uridindifoszfát, noradrenalin, klórpromazin) moduláló hatását molluszkák központi idegrendszerében a perifériáról befutó ingerek realizálódására. Regisztrálta a pedális ganglion bioelektromos aktivitását; a vizsgált ágensek küszöbalatti koncentrációinak applikálása ugyanerre a ganglionra történt. Perifériás ingerként a talp felületén elhelyezkedő osmoreceptorok vízzel történő ingerlése szolgált. Megállapítást nyert, hogy a serotonin ($1 \cdot 10^{-11}$ M) és az uridinfoszfát ($1 \cdot 10^{-10}$ M) megkönnyítik, míg a noradrenalin ($1 \cdot 10^{-13}$ M) és klórpromazin ($1 \cdot 10^{-9}$ M) megnehezítik a perifériáról az idegközpontba befutó ingerek realizálódását. Következtetést von le a mediátor és modulátor anyagok azonosságára vonatkozóan molluszkákon. A moduláló anyagok hatását összefüggésbe hozza az idegsejtek membránpotenciáljának változásaival, ezen ágensek applikálásának hatására.

О ЦЕНТРАЛЬНОМ МОДУЛЯТОРНОМ ВЛИЯНИИ НЕКОТОРЫХ БИОЛОГИЧЕСКИ
АКТИВНЫХ АГЕНТОВ В НЕРВНОЙ СИСТЕМЕ МОЛЛЮСКОВ

Каталин Ш.-Рожа

Автором было изучено модуляторное влияние в центральной нервной системе моллюсков некоторых биологически активных агентов (серотонин, уридиндифосфат, норадреналин, хлорпромазин) в реализации импульсов, приходящих с периферии. Регистрировалась биоэлектрическая активность педального ганглия виноградной улитки;

апликация исследованных веществ в подпороговых концентрациях произошла на этот же ганглий. Периферическим возбуждением служило раздражение водой осморцепторов, расположенных на поверхности подошвы. Было установлено, что серотонин ($1 \cdot 10^{-11}$ М) и уридиндифосфат ($1 \cdot 10^{-10}$ М) облегчают, а норадреналин ($1 \cdot 10^{-13}$ М) и хлорпромазин ($1 \cdot 10^{-9}$ М) затрудняют реализацию импульсов, идущих с периферии в нервный центр. Высказывается предположение об идентичности медиаторов и модуляторов у моллюсков. Автор связывает модуляторное влияние изученных агентов изменением мембранного потенциала нервных клеток, наступающим после апликации перечисленных выше химических веществ.

**STUDIES ON THE RELATIONSHIP BETWEEN PERIODIC
ACTIVITY AND NEUROSECRETION IN FRESH-WATER MUSSEL
ANODONTA CYGNEA L.**

JÁNOS SALÁNKI and ILONA BARANYI*

Received: March 5th 1965

Introduction

Neurosecretory activity was demonstrated not only in the nervous system of vertebrates but also in the majority of invertebrates. A direct hormonal role is attributed in general to the secretory substance, nevertheless there are also special endocrine glands in certain invertebrates (GERSCH 1964). In some cases, the role of neurosecretion is brought into connection with the regulation of the periodicity of life processes especially in the case of crustaceans and insects. It was demonstrated for instance by HARKER (1960) in the case of *Periplaneta americana* that there is a conformity between 24 hours long daily rhythm and the phases of secretion. Seasonal changes in the neurosecretion activity was observed in molluscs by FÄHRMANN (1961) and BARANYI (1964).

Endocrine glands are not known in lamellibranchiates. It is nevertheless, assumable that their neurosecretion is akin to that of higher animals and as such it performs actually the function of endocrine glands. GABE (1955) and LUBET (1955) suggest that their neurosecretion is related to sexual cycle.

There are no data available on the physiological role of secretum production demonstrable in the central nervous system of *Anodonta* (BARANYI and SALÁNKI 1963). At the same time, however, a characteristic periodic activity is observable in the action of valves and parallel with it in the life functions (filtration, feeding, respiration) (BARNES 1955), which is reflected in periodic changes of several hours long activity and quiet *i.e.* in lasting closures and openings of the valves. Though this periodic activity is not in correlation with the periodicity of some external factors still it may be considerably influenced by external effects, primarily by changes in oxygen supply and various chemical stimuli (KOSHTOYANTS and SALÁNKI 1958, SALÁNKI 1960, 1965).

Because in the case of lamellibranchs the central regulation of periodic activity and the role of neurosecretion are still unsolved problems it is suggested that secretory activity may in a certain way be linked up with the regulation of periodic activity. The experiments were started on the assumption that in the regulation of activity and rest periods the production or emission of GÖMÖRI-positive material is involved, which may exert its influence through the nerves or may directly influence the muscles. In close connection with this it was also examined whether it is possible to demonstrate the emission of secretion or its transportation along the nerve fibres to the muscle fibres of the adductors.

* Inst. of. Anat. and Histology Med. Univ. Budapest

Material and method

The experiments were conducted on mature specimens of *Anodonta cygnea* L. The animals were kept after collection in an aquarium for some weeks. The experiments were performed through the whole year and the animals were used regularly in every week. The activity of mussels was registered for at least 2–3 days with an actograph (SALÁNKI and BALLA 1964), and the animals were killed in the various phases of their periodic activity. After some days long registration the frequency of periodic changes of activity and rest was determined. These changes took place with satisfactory regularity in the case of the single animals under constant external conditions. The animals were slaughtered during a year weekly in a certain day of the week in the subsequent stages of periodic activity (*Fig. 1 A–F*):

- A) The start of the active period.
- B) The middle of the active period.
- C) The end of the active period.
- D) The start of the rest period.
- E) The middle of the rest period.
- F) The end of the rest period.

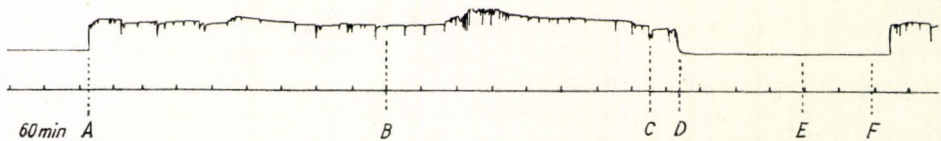


Fig. 1. Time of examination of the different groups of animals with relation to the periodic activity

1. ábra. Az egyes állatesoportok feldolgozásának időpontja a periodikus aktivitás különböző fázisaiban

All the three pairs of ganglia were excised from the animals. The cerebral and visceral ganglia were excised together with adjoining portions of anterior and posterior adductors respectively. The tissues were fixed in BOUIN-fixative and subsequently embedded into paraffin and serial sections of $5\ \mu$ thickness were prepared. The sections were stained with chrome-haematoxylin-phloxin and GABE's paraldehyde fuchsin.

Results

GABE's paraldehyde fuchsin staining gave very good picture of the organization of central nervous system and the pertaining nerves.

In the spring periode the GÖMÖRI-positive material is demonstrable in the cytoplasm around the nucleus in the form of purple lilac granules (*Fig. 2*). The GÖMÖRI-positive material in very small quantities is observable besides nerve cells also in the commissures and the connectives joining the ganglia.

With the setting in of summer period the cytoplasm of the nerve cells becomes gradually filled with GÖMÖRI-positive material (*Fig. 3*). In the com-

missures and connectives more GÖMÖRI-positive material is present in this period than in spring (*Figs. 4–5*). In this period GÖMÖRI-positive material was found in some sections also in the muscle. It has to be noted, that the fibres of the adductors stained partly yellow and partly green by the combined staining with orange G and Fast green. The GÖMÖRI-positive material is demonstrable chiefly among muscle fibres staining green. During the autumn and the winter period when there is hardly any neurosecretory activity observable in the nerve cells GÖMÖRI-positive material was demonstrable neither in the connectives nor in the commissures. When examining the secretum content of cells and fibres in animals prepared in various phases of periodic activity no relationship was demonstrable between neurosecretion and activity. Though the two phases of activity are sharply separated from each other still there were no demonstrable differences observable in the neurosecretory activity even in animals killed in the most opposite positions *i.e.* at the beginning of activity and the rest periods respectively and in periods yielding greatest and lowest secretion.

Discussion

These studies confirm the previous observation (BARANYI 1964) that there is a yearly rhythm in secretum production. GÖMÖRI-positive material was demonstrable in the nerve cells in greatest abundance from May to July. In other periods of the year the accumulation of neurosecretum is less or it is completely absent. This infers that neurosecretion is correlated with a process showing yearly cycle. Considering that the gametogenesis of mussels falls in the same period it is assumable that the appearance of neurosecretory substance in greater quantities is related to the reproduction cycle in fresh-water mussels in the same way as it has been described by GABE (1951) and LUBET (1955) in the case of some marine species.

On the other hand, the fact that neurosecretory granules were demonstrable nearly throughout the whole year (with the exception of December and January when it was not or only in little amounts demonstrable) indicates that neurosecretum production not correlate exclusively with sexual cycle. It is unimaginable that the secretum is not uniform as far as its function is concerned, which is in agreement with investigations of other direction (BARANYI 1965), and that it may be involved in the regulation of different processes. The production of secretory substance correlated with other functions may take place continuously throughout the whole year, which is manifested only occasionally in the appearance of granules demonstrable by chrome-haematoxin-phloxin and GABE's paraldehyde fuchsin. This is in agreement also with the assumption that there is a correlation between neurosecretory granules and dense core vesicles (ZS.-NAGY 1964), because the latter one is demonstrable in the ganglia in every period of the year.

It is visible that the appearance of neurosecretory granules in the commissures, connectives and muscles is closely related to the degree of secretum production. When the accumulation of secretory substance increases, secretum becomes demonstrable also in nerves located near the ganglion. When the secretum production reaches a maximum then a material similar the secretory substance is demonstrable also in the adductor muscles. It is difficult to say whether it may consider as neurosecretum located in nerve terminals or not.

The secretory substance demonstrable between the nerve trunks and muscle fibres refers to migration. This may take place not only by way of circulation but glia-cells may also be involved in their transportation because glia elements located among the nerve fibres contain many secretum-like granules. Nevertheless, it cannot be left out of consideration that there may be possibly nerve cells present in the muscle (BOWDEN and LOWY 1955) [though their presence in the adductors was refused by ÁBRAHÁM and MINKER (1957, 1959)] and they may be capable of producing GÖMÖRI-positive material. It was not possible to demonstrate correlation between secretory activity, or the further destiny of secretion and the phases of periodic activity. The periodicity of activity is a phenomenon observable throughout the whole year, therefore its regulation may be correlated only with the production of secretum which is scarcely demonstrable by the methods applied. For the elucidation of this problem a method is needed by which not only the accumulation of the secretum but also the elementary secretum granules are demonstrable.

Summary

Experiments were made on fresh-water mussel (*Anodonta cygnea* L.) to establish relationship between neurosecretion observable in the central nervous system and the regulation of the periodic activity of the animal. It has been also examined whether the GÖMÖRI-positive material produced in the nerve cells are emitted in the direction of the adductors.

The following establishments were made:

1. In agreement to previous examinations (BARANYI 1964) there is a yearly periodicity in the production of neurosecretum.
2. The accumulation of secretum is not directly related to the regulation of periodic activity.
3. In periods when there is a considerable secretum production (May—July) the GÖMÖRI-positive material is demonstrable among the nerve fibres and also in the adductors.

It is suggested that the accumulation in considerable quantity of the neurosecretum between May and July is related to the sexual cycle. On the other hand, secretum production observable in other periods of the year may probably be related also in other respects to the regulating function of the nervous system.

REFERENCES

- ÁBRAHÁM, A., E. MINKER (1957): Innervation of the Lamellibranch muscle. — *Nature* **180**, 925—926.
- ÁBRAHÁM, A., E. MINKER (1959): Experimentell-morphologische Untersuchungen über die Innervation der Schliessmuskeln von Süßwassermuscheln. — *Z. Zellforsch.* **49**, 638—654.
- BARANYI, I. (1964): Seasonal changes of the fresh-water mollusc's (*Anodonta cygnea* L.) neurosecretional activity. — *Biol. Közlemények* **11**, 125—130 (Hungarian).
- BARANYI, I., J. SALÁNKI (1963): Studies on neurosecretion in the central nervous system of *Anodonta cygnea*. — *Acta Biol.* **13**, 371—379.
- BARANYI, I. (1965): Alkaline and acid phosphatases activity in the central nervous system of *Anodonta cygnea* L. and its correlation with seasonal neurosecretory changes. — *Acta Biol. Hung.* in press.

- BARNES, G. E. (1955): The behaviour of *Anodonta cygnea* L. and its neurophysiological basis. — *J. Exp. Biol.* **32**, 158—174.
- BOWDEN, J., J. LOWY (1955): The lamellibranch muscle. Innervation. — *Nature* **176**, 346.
- FÄHRMANN, W. (1961): Licht- und elektronenmikroskopische Untersuchungen des Nervensystems von *Unio tumidus* (Philipsson) unter besonderer Berücksichtigung der Neurosecretion. — *Z. Zellforsch.* **54**, 689—716.
- GABE, M. (1955): Particularites histologiques des cellules neuro-secretices chez quelques Lamellibranches. — *C. R. Acad. Sci.* **240**, 1810—1812.
- GERSCH, M. (1964): Vergleichende Endokrinologie der wirbellosen Tiere. — *Akad. Verlagsgesellschaft, Leipzig*.
- HARKER, J. E. (1960): The effect of perturbations in the environmental cycle of the diurnal rhythm of activity of *Periplaneta americana* L. — *J. exp. Biol.* **37**, 154—163.
- KOSHTOYANTS, H. S., J. SALÁNKI (1958): On the physiological principles underlying the periodical activity of *Anodonta*. — *Acta Biol. Hung.* **3**, 361—366.
- LUBET, P. (1955): Cycle neurosecrétoire chez *Chlamys varia* L. et *Mytilus edulis* L. (mollusques lamellibranches). — *C. R. Acad. Sci.* **241**, 119—121.
- SALÁNKI, J. (1960): О зависимости медленного ритма периодической активности беззубок (*Anodonta cygnea* L.) от состояния сульфгидрильных групп белковых тел. Ж. Общ. Биол., **21**, 229—232
- SALÁNKI, J. (1965): Oxygen level as a specific regulator in the rhythmic activity of fresh-water mussel (*Anodonta cygnea* L.). — *Acta Biol. Hung.* **15**, 3. 299—310.
- SALÁNKI, J., L. BALLA (1964): Ink-lever equipment for continuous recording of activity in mussels (mussel-actograph). — *Annal. Biol. Tihany* **31**, 109—117.
- Zs.-NAGY, I. (1965): Fluorescent-microscopic examinations with pseudoisocyanine on the neurosecretory activities of the fresh water mussel (*Anodonta cygnea* L.). — *Annal. Biol. Tihany* **32**,

A PERIODIKUS AKTIVITÁS ÉS NEUROSEKRECIÓS TEVÉKENYSÉG
KAPCSOLATÁNAK VIZSGÁLATA TAVIKAGYLÓN (*ANODONTA CYGNEA* L.)

Összefoglalás

Salánki János és Baranyi Ilona

Vizsgálatokat végeztünk tavi kagylón (*Anodonta cygnea* L.) arra vonatkozóan, hogy azok központi idegrendszerében megfigyelhető neuroszekretumtermelés összefüggésben van-e az állat periodikus aktivitásának szabályozásával, továbbá, hogy az idegsejtekben termelődő GÖMÖRI-pozitív anyag kiürülése a záróizmok felé következik-e be.

Megállapítottuk, hogy

1. Korábbi vizsgálatokkal (BARANYI 1964) megegyezően megfigyelhető a neuroszekretum-termelés évi periodicitása.
2. A szekrétumfelhalmozás a periodikus aktivitás szabályozásával nincs közvetlen összefüggésben.
3. A jelentős szekrétumtermelés időszakában (május—július) GÖMÖRI pozitív anyag az idegrostok között és a záróizmokban is kimutatható.

Feltehető, hogy a május-július között felhalmozódó jelentős mennyiségű neuroszekrétum az ivari ciklussal kapcsolatos, az év más időszakában megfigyelhető szekrétumtermelés azonban lehetséges, hogy az idegrendszer szabályozó működésével más vonatkozásban is kapcsolatban van.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЗАИМОСВЯЗИ НЕЙРОСЕКРЕТОРНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ
И ПЕРИОДИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ БЕЗЗУБКИ (*ANODONTA CYGNEA* L.)

Я. Шаланки, И. Б. Барани

Был изучен вопрос о том связаны ли нейросекрет центральной нервной системы беззубки с регулирующей периодической активности и далее, наблюдается ли выход нейросекрета в направлении запирающих мышц.

Было установлено, что

1. Согласно предыдущим данным (Baranyi, 1964) наблюдается годовая периодичность в образовании нейросекрета.

2. Накопление нейросекрета не находится в прямой связи с регуляцией периодической активности.

3. В периоде большого количества выработки нейросекрета (май-июль) можно выявить гемёриположительное вещество в запирающей мышце и среди нервных волокон.

Можно предположить, что значительное количество нейросекрета, которое накапливается с мая по июль, связано с половым циклом животного, но продукция нейросекрета в остальных временах года может играть роль в других отношениях в регуляторной деятельности нервной системы.

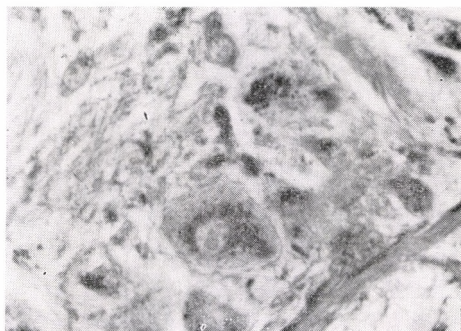


Fig. 2. Part of cerebral ganglion in spring when there is only few GÖMÖRI-positive material present in the cells. Staining: P. f. Magnification: 1000×

2. *ábra.* Cerebrális ganglion részlete tavaszi időszakban készült felvétel, amikor a GÖMÖRI-pozitív anyag kismennyiségben látható a sejtekben. Festés: P. f. nagyítás 1000×

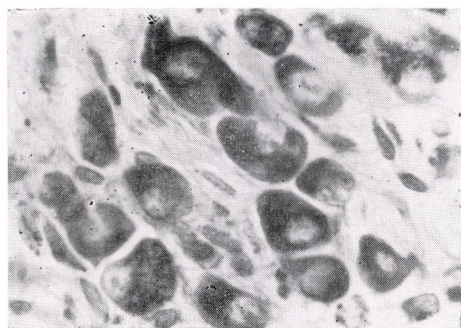


Fig. 3. Part of cerebral ganglion in summer period. All cells of the cortical substance contains GÖMÖRI-positive material. Staining: P. f. 600×

3. *ábra.* Cerebrális ganglion részlete nyári időszakban. A kéregállomány valamennyi sejtje GÖMÖRI-pozitív anyagot tartalmaz. — Festés: P. f. nagyítás: 600×

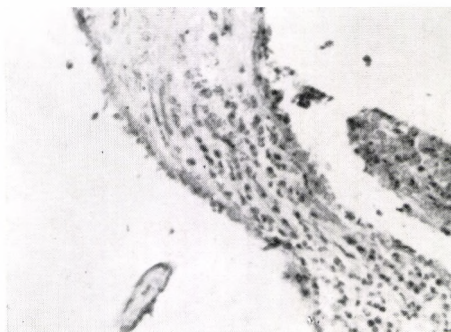


Fig. 4. Cerebro-visceral connective in summer period. Contains large amounts of GÖMÖRI-positive material. Stain: P. f. 400X

4. ábra. Cerebro-viszcerális konnektívum nyári időszakban. Nagymennyiségű GÖMÖRI-pozitív anyagot tartalmaz. Festés: P. f. nagyítás: 400×

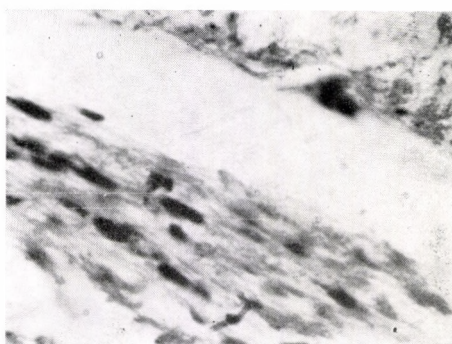


Fig. 5. A section from *fig. 4.* GÖMÖRI-positive material is observable in large amounts along the nerve fibres

5. ábra. Részlet a 4. sz. ábrából. Az idegrostok mentén nagymennyiségű GÖMÖRI-pozitív anyag figyelhető meg

**EFFECT OF AGENTS INFLUENCING THE PERIODIC ACTIVITY
OF MUSSELS ON THE *IN VITRO* RESPIRATION OF SIPHON TISSUE
OF *ANODONTA CYGNEA* L.**

JÁNOS SALÁNKI and FERENC LUKACSOVICS

Received: March 15th 1965

The periodic motor activity of mussels (MARCEAU 1906 and 1909) *i.e.* the regularly occurring rhythmic openings and closures of adductors may be influenced by giving different concentrations of K^+ and Cd^{++} ions into the medium (KOSHTOYANTS and SALÁNKI 1958, SALÁNKI 1960). The area of the siphons is especially sensitive to K ions (HOPKINS 1932).

Results of recent investigations show (SALÁNKI 1961) that the periodic activity changes even if KCl is applied to the syphons only of the intact animal.

All these facts suggest that the region of the syphon (together with the pallial margin and the gills may probably play an important role in the formation of nervous activity that coordinates the physiological processes of the animal. This region is able by virtue of its special function respiratory and filtrational mechanism to "scan" with its many receptors (HERBERS 1914, LUCAS 1931, ORLOV 1930) the water flowing in and to obtain information about its physical and chemical properties.

These informations may transported through the numerous nerves in the form of stimuli into the ganglia and are thus involved in the formation of adequate physiological condition.

Because it is possible to change the frequency of the periodic activity also by applying anaërope conditions and in a way similar to the influence of the above ions (SALÁNKI 1964) it seemed to be important to examine the effect of the above salts (KCl and $CdCl_2$) on the respiration of siphon tissue.

Material and method

Anodonta cygnea specimens of 14–18 cm length originating from the back-water of river Rábca (West Hungary) were used in the experiments. Before experimental use the animals were kept for at least three days in tanks in running Balaton-water.

Because in the majority of cases the experiments were performed in summer (May–September) adaptation to heat in thermostate before experiment was not considered important (PEDERSEN 1947, KORRINGA 1952).

O_2 consumption was measured with the usual WARBURG method at 25° C temperature. In the natural biotope of mussels this is the general temperature in summer period, and is in accordance with the temperature used

by HIGASHI and KAWAI (1959) in the measurements of oxygen-consumption of various tissues of mussels originating from similar biotope, and with that used during previous studies on the respiration of gill (LUKACSOVICS and SALÁNKI 1964).

In the excision of siphons special care was taken that the proportion of the various tissues constituting the siphon (tissues with different metabolic rate in agreement with their structure and functions) should be the same in the samples measured (HIGASHI and KAWAI 1959).

Both parts of the siphon the exhalant and the inhalant one was cut out all in one piece taking care that only a minimum quantity of the softer pallial tissue should remain on them. In this way only the strongly pigmented portion supplied with sensory tentacles together with a thicker connective tissue was used for measurements. The whole portion was cut into two symmetrical halves and washed thoroughly to remove the superficial mucuous substance. Thereafter the half portions of siphons were intermingled. Two halves originating from two different animals were put into one WARBURG vessel (living matter 600—800 mg, dry matter 100—150 mg).

The reason for using total siphon and not homogenized one was that a considerable decrease in O_2 consumption was resulted by the cutting up the tissues and the results obtained were greatly varying.

The measurements show, similar to those performed on the gill of mussels (LUKACSOVICS and SALÁNKI 1964) that respiration measurements should not be performed necessarily in physiological solution, as the values of O_2 -consumption obtained on the application of both filtrated Balaton-water and physiological solution were similar. Moreover, the sensitivity of excized tissue towards tactic stimuli lasts for a couple of days at room temperature and in Balaton-water. Therefore the experiments were carried out in Balaton-water.

In every experimental run 3 ml medium was placed into the main compartment and 0.2 ml 10 per cent KOH solution into the center vessel. The measurements were performed at a shaking velocity of 90—100 cycles/minute in air. The results obtained are the averages of 10—120 parallels and are expressed in units of consumed O_2 μ l/1 g dry matter/hour. The measurements were continued at least for 2 hours. The results in the Figures are given at the end of the 1st and 2nd hours.

The effect of the following agents was examined: KCl, $CdCl_2$, L-cysteine, and the influence of L-cysteine produced on the effect of $CdCl_2$. In the latter case the organ was incubated for 30 minutes in $CdCl_2$ solution of different concentration and washed four times with filtrated Balaton-water.

Results

1. Influence of KCl on respiration

KCl was applied in the following concentrations:

$$10^{-4}, 2 \cdot 10^{-3} \text{ and } 10^{-2} \text{ M.}$$

Results are illustrated in *figure 1*. Though tissue respiration was apparently stimulated by the lowest concentration (10^{-4} M) of KCl solution, but if checked by statistical computations this cannot be considered as real stimulation ($t = 1.763$ and $0.10 > P > 0.05$) (HERÉNYI 1954). At the other two con-

centrations ($2 \cdot 10^{-3}$ M and 10^{-2} M) there were also no statistical differences between the mean values. It must be noted, that whereas only minimum differences are observable between the averages of respiration values of control and that of siphons treated with KCl the latter shows always higher

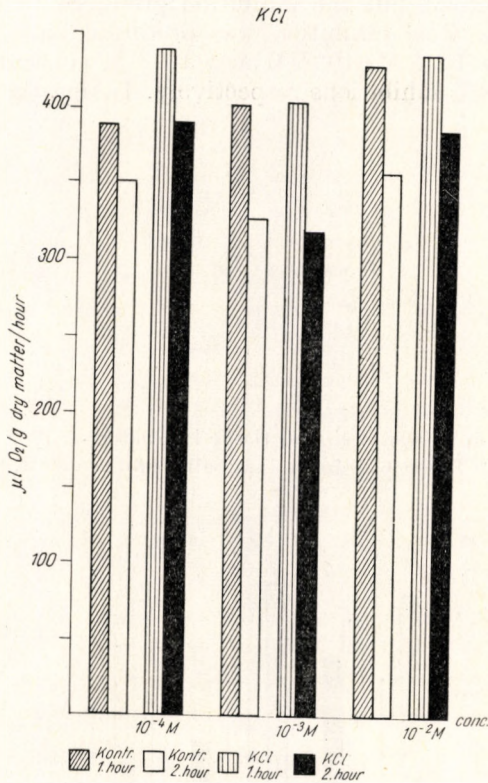


Fig. 1. The effect of various concentrations of KCl on the in vitro respiration of siphon tissue

1. ábra. KCl különböző koncentrációinak hatása a szifo-szövet in vitro légzésére

respiration rates. Nevertheless, it may be concluded that KCl at the above concentrations and under the circumstances applied does not produce essential changes in the respiration of the organ investigated.

2. Influence of CdCl_2 on respiration

By determining the time curve of 10^{-2} M CdCl_2 solution and the amount of consumed O_2 (Fig. 2) in an experimental run of 6 hours duration it was found that in the case of control the respiration rates of siphon decreased gradually and not vigorously and there was a parallel decrease also in the partial pressure of O_2 . This decrease is at the end of the sixth hour about only 17% of that observed in the first hour of exposition. In the presence of 10^{-2} M

CdCl_2 solution the decrease is more considerable, namely in the 6th hour there is a 47% inhibition.

Examining the effect produced by various concentrations of Cd^{++} ion (Fig. 3) it becomes evident that inhibition increases not only with time but also with the increase in concentration. Though all concentrations applied proved to be inhibitory, but the inhibition produced by 10^{-4} concentration was not significant. Real inhibition was produced only by the two higher concentrations. The 10^{-4} M, 10^{-3} M and 10^{-2} M concentrations resulted in 4.4% 16.4% and 28% inhibitions respectively. Taking the greatest inhibition

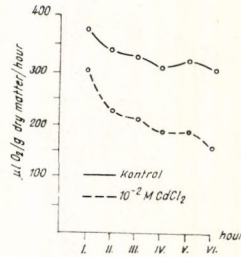


Fig. 2. O₂-consumption values of siphon tissue incubated in 10⁻² M CdCl₂ for six hours
2. ábra. 10⁻² M CdCl₂-ben 6 órában át inkubált szifó-szövet O₂-fogyasztási értékei

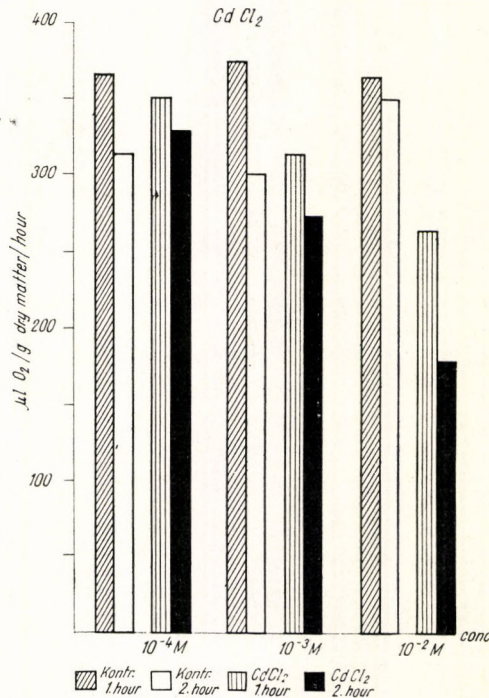


Fig. 3. The effect of various concentrations of CdCl₂ on the in vitro respiration of siphon
3. ábra. CdCl₂ különböző koncentrációinak hatása a szifó in vitro légzésére

as 100, as compared to the average of control, and expressing the other inhibition values in its percentage a linear relationship is obtained between the concentration of the effective material and the increase of inhibition.

3. Effect of cysteine on the respiration of siphon and on the effect produced by Cd^{++}

The following concentrations of cysteine were used:

10^{-3} M, 10^{-2} M and $2 \cdot 10^{-2}$ M.

It is well-known that cysteine is easily oxidized also in a non enzymatic way it was attempted to determine the degree of this oxidation by incubating various concentrations of cysteine in WARBURG vessels. The degree of spont-

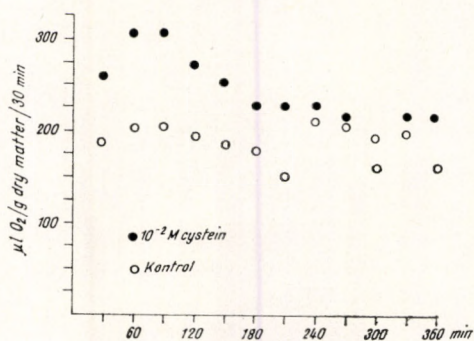


Fig. 4. O_2 -consumption values of siphon incubated in 10^{-2} M cysteine solution. Readings obtained at every thirty minutes

4. ábra. 10^{-2} M cysteinben inkubált szifó O_2 -fogyasztási értékei félórás leolvasásokkal

aneous oxidation was negligible (in the case of 2.5 ml 10^{-1} M cysteine 12 μ l O_2 /hour) notwithstanding, in all experimental run in which oxygen consumption was measured in the presence of cysteine, the cysteine solution used on the special occasion was pipetted into one of the thermobarometers and its readings were taken into correction in the computation of experimental results. The time curve of O_2 -consumption was plotted on basis of tissue incubated in 10^{-2} M cysteine (Fig. 4). The single points of graph represent readings performed at 30 minute intervals. In this series of measurements an increase in respiration intensity of both groups is observable in the first and second hour of exposition. Further on this decreases by 100–150 μ l gradually until the fourth hour of exposition. Latter a considerable spread in the single readings is observable, the control also included, and the values obtained are nearly on the same level. The differences are significant until the 210 minute of exposition.

In contrary to $CdCl_2$ cysteine increases considerably the oxygen consumption of siphon tissue (Fig. 5). Increases of O_2 -consumption expressed in percentages are:

at 10^{-3} M cysteine solution	34%
at 10^{-2} M cysteine solution	59%
at $2 \cdot 10^{-2}$ M cysteine solution	102%

On the influence of 10^{-2} M CdCl_2 solution the O_2 -consumption of tissues shows a decrease of 76% as referred to the control as 100 *i.e.* an inhibition of 24%. A 10^{-3} M cysteine solution cannot eliminate this inhibition. At higher cysteine concentration (10^{-2} M), however, an O_2 -consumption greater by about

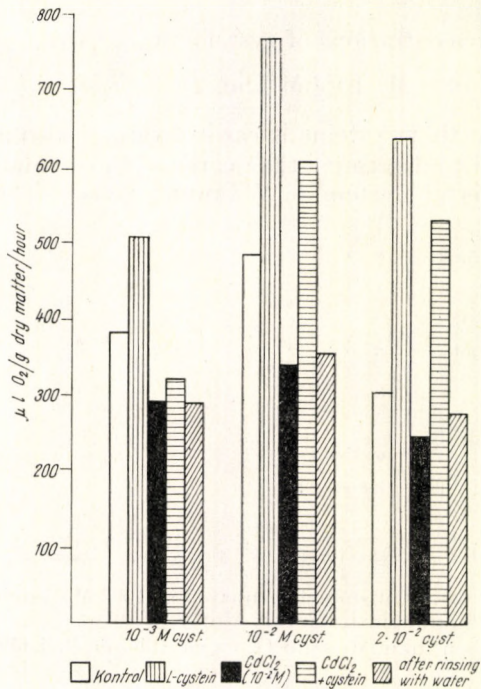


Fig. 5. Respiration stimulating influence of various cysteine concentrations, and their reactivating effect on the respiration of tissues blocked by Cd^{++} on basis of measurements made in the first hour

5. ábra. Különböző cystein-koncentrációk légzést stimuláló, valamint Cd^{++} -al blokkolt szövet légzését reaktiváló hatása az első óra alapján

26% than that of control, and by 75% than that blocked by CdCl_2 is observable. The 10^{-2} M cysteine solution produces not only reactivation but also an increase in respiration amounting to about 102% and 151% in comparison to control and blocked sample respectively.

In the second hour of exposition these values change as follows (Fig. 6).

Increases of O_2 consumption in percentages of the central after the application of various concentrations of cysteine:

10^{-3} M cysteine solution	16%
10^{-2} M " "	100%
$2 \cdot 10^{-2}$ M " "	155%

O_2 -consumption of tissues incubated previously in 10^{-2} M CdCl_2 solution and washed subsequently are not activated by 10^{-3} M cysteine solution even in the second hour of exposition. On the influence of 10^{-2} M and $2 \cdot 10^{-2}$ M

cysteine, however, respiration increases more considerably after the first hour in comparison to both control and tissues incubated in CdCl_2 .

Finally, reference is due to experiments, in the course of which tissues respiring in CdCl_2 medium and those washed from it and incubated in Balaton-

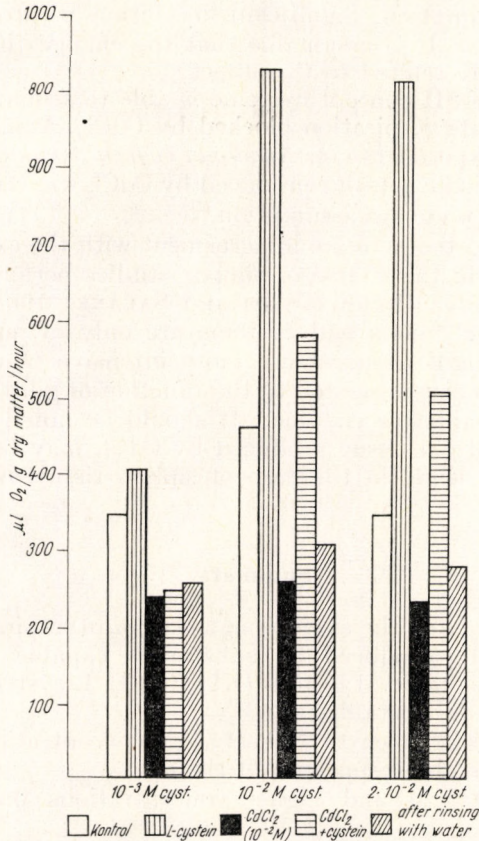


Fig. 6. Respiration stimulating influence of various cysteine concentrations and their reactivating effect on the respiration of tissues blocked by Cd^{++} at the end of the second hour

6. ábra. Különböző cystein-koncentrációk légzést stimuláló, valamint Cd^{++} -al blokkolt szövet légzését reaktiváló hatása a második óra végén

water were compared. The results show that the O_2 -consumption of washed tissue is only by about 5% and 16% higher than that of unwashed ones in the first and second hours of exposition respectively.

Discussion

These experiments do not present evidence on modifying effect of KCl on the respiration of the siphon tissue. This implies that whereas the changes in the periodic activity of the animal in toto effected by K^+ -ions is primarily induced from the siphon still it is not directly related to the respiration of

siphon tissue. It is thus presumable that the regulation of interchanges between rest and activity periods by KCl is connected with its stimulating influence on the receptors and connected nerve cells. It is suggested that if the tissue is incubated in CdCl₂ the oxidizing enzymes (primarily their SH groups of siphon tissue are blocked (BARRON and SINGER 1945). This produces a considerable decrease in O₂-consumption. Significant inhibition is produced even by a 10⁻³ M CdCl₂ solution. It is assumable that the changes in periodic activity produced by CdCl₂ are related to this effect.

By virtue of its SH content cysteine is able to stimulate ground respiration and to reactivate respiration blocked by CdCl₂. Analogous results were obtained in *in vivo* experiments on *Anodonta cygnea* (SALÁNKI 1960) inasmuch as the changes in periodic activity produced by CdCl₂ was restored by cysteine, which supports the previous assumption.

The results reported here are in agreement with the experimental results obtained previously in the course of similar studies performed on the tissue of gill of *Unio tumidus* (LUKACSOVICS and SALÁNKI 1964). The deviations produced by K⁺, Cd⁺⁺ ions and cysteine are only of quantitative nature, namely the isolated gill tissue shows more intensive O₂-consumption. This may be attributed to causes related to the function of gill tissue, in particular to the quantity of oxidative enzymes. It should be noted that the decrease in O₂ consumption of gill tissue produced by CdCl₂ may be restored only by 2 · 10⁻² M cysteine, while in the case of siphon tissue even by 1 · 10⁻² M cysteine.

Summary

Authors investigated the changes in the *in vitro* respiration of the siphon of *Anodonta cygnea* L. produced by substances capable of modifying the periodic activity of the animal in toto (KCl, CdCl₂, L-cysteine).

The followings were established:

1. KCl solutions between 10⁻⁴ M—10⁻² M concentrations do not produce significant changes in the respiration of tissues.
2. CdCl₂ at 10⁻³ M and higher concentrations produces significant inhibition.
3. L-cysteine considerably increases the ground respiration of siphon tissue.
4. Respiration blocked by 10⁻² M CdCl₂ is restored by cysteine of same molar concentration.
5. The present experiments produced analogous results with those similar ones performed on the gill tissue of *Unio tumidus* with the difference that the ground respiration of siphon tissue was lower and that only 2 · 10⁻² M L-cysteine was able to eliminate the inhibition produced by 10⁻² M CdCl₂ on the gill tissue.

REFERENCES

- BARRON, E. S. G., T. P. SINGER (1945): Studies on biological oxidations. XIX. Sulfhydryl enzymes in carbo-hydrate metabolism. — *J. Biol. Chem.* **157**, 221—227.
 HERBERS, K. (1914): Entwicklungsgeschichte von *Anodonta cellensis* Schröt. — *Z. wiss. Zool.* **108**, 1—174.

- HETÉNYI G. (1954): Kísérleti eredmények statisztikai értékelése. In KOVÁCH, A.: A kísérleti orvostudomány vizsgáló módszerei. (Statistical evaluation of experimental results in A. KOVÁCH: The investigation methods of experimental medicine.) — *Akadémiai Kiadó, Bp.* **2**, 655—702.
- HIGASHI, S., K. KAWAI (1959): The respiratory metabolism of fresh-water mussels. — *Bull. Jap. Soc. Sci. Fish.* **25**, 222—227.
- HOPKINS, A. E. (1932): Chemical stimulation by salts in the oyster, *Ostrea virginica*. — *J. Exp. Zool.* **61**, 14—27.
- KORRINGA, P. (1952): Recent advance in oyster biology. — *Quart. Rev. Biol.* **27**, 266—308.
- KOSHTOYANTS, CH. S., J. SALÁNKI (1958): On the physiological principles underlying the periodical activity of Anodonta. — *Acta Biol. Hung.* **8**, 362—366.
- LUCAS, A. M. (1931): The distribution of the branchial nerve in *Mytilus edulis* and its relation to the problem of nervous control of ciliary activity. — *J. Morphol. Physiol.* **51**, 195—203.
- LUKACSOVICS, F., J. SALÁNKI (1964): Effect of substances influencing tissue respiration and of the temperature on the O_2 consumption of the gill tissue in *Unio tumidus*. — *Ann. Biol. Tihany* **30**, 55—63.
- MARCEAU, F. (1956): Sur l'état des muscles adducteurs pendant la vie chez les Mollusques acéphales. — *C. R. Acad. Sci., Paris* **142**, 1294—1296.
- MARCEAU, F. (1909): Recherches sur la morphologie, l'histologie, et la physiologie comparées des muscles adducteurs des Mollusques acéphales. — *Arch. Zool. Exp. gen. (Sér. 5)* **2**, 295—469.
- ORLOV, J. (1930): Über die Innervation des Anodontamantels. — *Z. mikr. anat. Forsch.* **20**, 551—556.
- PEDERSEN, E. (1947): Ostersens respirasjon. — *Fisk. Skr. Havundersök.* **8**, 1—51.
- SALÁNKI, J. (1960): On the slow rhythm of the periodic activity in fresh-water mussel (*Anodonta cygnea*). — *VII. Conf. Int. Soc. Ritm. Biol. „ATTI”* 1—11.
- SALÁNKI, J. (1961): Role of afferentation in the regulation of the rhythm in the periodic activity of fresh-water mussels. — *Acta Biol. Hung.* **12**, 161—167.
- SALÁNKI, J. (1965): Oxygen level as a specific regulator in the rhythmic activity of fresh-water mussel (*Anodonta cygnea* L.). — *Acta Biol. Hung.* **15**, 299—310.

KAGYLÓK PERIODIKUS AKTIVITÁSÁT BEFOLYÁSOLÓ ÁGENSEK
HATÁSÁNAK TANULMÁNYOZÁSA *ANODONTA CYGNEA* L.
SZIFO-SZÖVETÉNEK IN VITRO LÉGZÉSÉN

Összefoglalás

Salánki János és Lukacsovics Ferenc

Szerzők olyan anyagok hatását tanulmányozták az *Anodonta cygnea* L. szifójának in vitro légzésén, amelyek módosítják a totál állat periodikus aktivitását (KCl, CdCl₂, L. cystein).

Megállapították, hogy:

1. A KCl 10⁻⁴ M — 10⁻² M koncentrációig nem befolyásolja a szöveti légzés nagyságát szignifikánsan.
2. A CdCl₂ 10⁻³ M koncentrációban és e fölött szignifikáns gátlást eredményez.
3. Az L-cystein jelentősen megnöveli a szifoszövet alaplégzését.
4. A 10⁻² M CdCl₂-al blokkolt légzést az ugyanazon molaritású cystein kivédi.
5. Jelen vizsgálatok a korábban *Unio tumidus* kopoltyúszövetén végzett hasonló kísérletekkel analóg eredményt mutattak, azzal a különbséggel, hogy a szifoszövet alaplégzése kisebb és hogy a 10⁻² M koncentrációjú CdCl₂ által okozott gátlást a kopoltyúszöveten csak 2 · 10⁻² M L-cystein tudta kivédeni.

ИЗУЧЕНИЕ ЭФФЕКТА ВЕЩЕСТВ, ВЛИЯЮЩИХ НА ПЕРИОДИЧЕСКУЮ
АКТИВНОСТЬ БЕЗЗУБКИ, НА ДЫХАНИЕ СИФОННОЙ ТКАНИ

Anodonta cygnea L. in vitro

Я. Шаланки, Ф. Лукачевич

Авторы изучали влияние на дыхание сифонной ткани беззубки таких веществ, которые видоизменяют периодическую активность целого животного (KCl, CdCl₂, L-цистеин).

1. 10⁻⁴ М — 10⁻² М концентрации хлористого калия не изменяют уровень тканевого дыхания.

2. CdCl₂ в концентрации 10⁻³ М и выше этой вызывает достоверное торможение.

3. L-цистеин значительно увеличивает основное дыхание сифонной ткани.

4. Блокирование дыхания, вызванное хлористым кадмием в концентрации 10⁻² М, снимается с помощью цистеина в такой же концентрации.

5. В этих экспериментах были получены аналогичные данные полученным раньше данным на жаберной ткани *Unio tumidus* той только разницей, что основное дыхание сифонной ткани ниже, и что в жабрах торможение, вызванное CdCl₂ в концентрации 10⁻² М, снимается только 2·10⁻² М концентрацией L-цистеина.

**REFLEX INFLUENCES ON THE ACTIVITY OF ADDUCTORS
OF FRESH WATER MUSSEL (*ANODONTA CYGNEA* L.)
BY STIMULI APPLIED TO THE HEART**

JÁNOS SALÁNKI and TIBOR PÉCSI

Received: November 4th 1964

It has been demonstrated in earlier investigations (KOCH 1917, WOORTMANN 1926, BUDDENBROCK 1960, PÉCSI and SALÁNKI 1964) that a correlation exists between the open or closed condition of valves and the frequency of heartbeat, which may be of importance in the regulation of the circulation of haemolymph (KOSHTOYANTS 1957a). Several factors as the periodic and rhythmic movement of valves (ZIKS and BOGDANOV 1956) and the hydrostatic pressure of mantle cavity which is related to the former (TRUEMAN 1954), the haemolymph movement produced by the movement of foot (BRÜCKE 1925) and various extero- and interoceptive stimuli are of importance in the frequency changes of cardiac action. It has been established in previous studies that the relationship between the condition of the valves and the frequency of heartbeat cannot be explained by mechanical stimuli only. It was assumed that the adductors may in the course of periodic activity influence cardiac action also by reflexes *i.e.* the visceral ganglion may when regulating the activity of posterior adductor also inhibit or accelerate simultaneously cardiac action (PÉCSI and SALÁNKI 1964).

In cognizance of the relationship existing between cardiac action and the conditions of valves whether open or closed *i.e.* the functional condition of adductors, further on basis of the assumption that there may exist a reflex connection between the adductors and the heart, the question arises whether the stimulation of the heart by various (chemical, mechanical and electric) stimuli may react on the functional condition and activity (tonic contraction, rhythmic activity) of adductors.

The anterior adductor receives its nerves from the cerebral ganglion, the posterior one from the visceral ganglion and the heart also is innervated by the visceral ganglion (SPLITTSTÖSSER 1913). This fact poses the interesting problem, whether the reflex responses of adductors that may perhaps be produced by the stimulation of the heart will take place simultaneously in both adductors, or perhaps there is a phase shift between the activity of the two adductors just because they are innervated by two different ganglia. To obtain answer to this question investigations were performed not only on animals with intact valves but also on animals whose valves were completely intersected whereby the activity of the two adductors was made mechanically completely independent from each other.

Methods

The experiments were performed in situ in the winter months (January—February) on 13—14 cm long specimens of freshwater mussel (*Anodonta cygnea* L.) originating from the back-water of river Rábca. Previous to experimental use the animals were kept in aquarium in streaming Balaton-water at a room temperature of 18—20°C. The preparation of animals for the examination was made as follows. The part over the heart of one valve — on an area corresponding to the size of the heart — was removed with a tooth-drill. The other valve of the animal was fastened into the trough placed into a vessel containing about 1 litre Balaton-water. Care was taken that the water should not reach the aperture above the heart. The heart was set free by cutting up the mantle and pericardium along the longitudinal axis of the heart and the ventricle of the heart was connected with a lever.

Because the contraction and relaxation of adductors result in closures and openings of valves respectively it is possible to record the activity of the adductors by reproducing the movement of the valve in such a manner that the valve is connected with a lever.

If the experiments are conducted on animals with intact valves it is not possible to determine whether the two adductors take part with simultaneous action (contraction and relaxation) in the movement of valves or perhaps there is a time shift between the activity of the two adductors. To elucidate this question experiments were performed on animals the one valve of which was sawed across along the dorso-ventral axis of the animal whereby the activity of anterior and posterior adductor was by mechanical means rendered completely independent.

In this intersection of valve and ligamentum care was taken that possibly both adductors should dispose of equal portion of ligamentum.

Connecting the heart and the two valves separately with a lever it was possible to record simultaneously but independently the movements of the two halves of the shell and cardiac action (*Fig. 1*). The levers were adjusted in such a way that their readings should fall exactly under each other on the smoked paper of the kymograph.

In order to estimate correctly the kymograms it is important to note that in case of systole the corresponding lever moved upwards whereas in case of contraction of adductor the levers recording the activity of muscles moved downwards.

In the course of experiments chemical stimuli were produced by the following substances: 5-hydroxytryptamine creatinine sulphate (5-HT) (Fluka), acetylcholine bromate (ACh) (Chinoïn), tryptamine-HCl (T. Schuchardt) and KCl (Reanal). These agents were added in physiological solution for mussels (MARCZYNSKI 1959). 5-HT was applied in 10^{-4} M, tryptamine and acetylcholine in 10^{-4} — 10^{-2} M and KCl in 0.5—4 M concentrations. The agents were applied to the heart and into the pericardial fluid in 0.2 ml quantities by means of a syringe. In the latter case it became about tenfold diluted. In some experiments a piece of filter paper soaked in the above substances was placed on the heart in such a way that these should act only on the wall of the ventricle. Mechanical stimuli were produced with a soft cotton-puff. Electric stimulation was made by means of a series of impulses (20 V, 1 msec, 100 Hz, 30 sec duration) provided by a square wave generator through a pair of silver electrodes.

Results

The functional condition of adductors may be

- a) lasting tonic contraction,
- b) period of relaxation, ready for quick phasic activity, when periods of contractions and relaxations are alternating rhythmically. When recording the

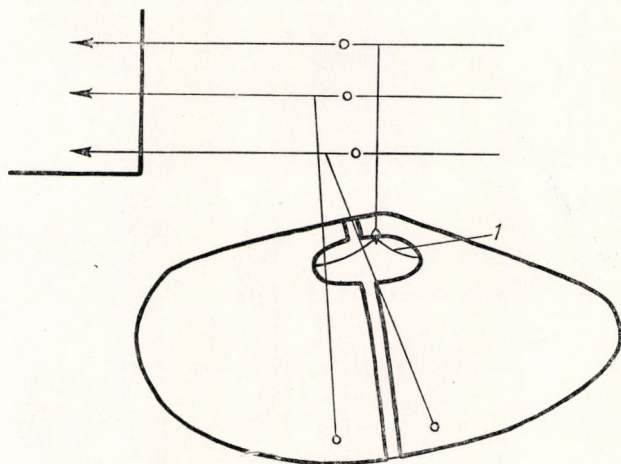


Figure 1. Method for simultaneous registration the activity of adductors and of the *in situ* heart. 1 = ventriculus. The order of levers downwards: heart, anterior adductor, posterior adductor

1. ábra. In situ kagylószív és a héjműködés egyidejű regisztrálódásának módszere. 1 = ventriculus. Az írókarok sorrendje felülről lefelé: szív, elülső záróizom, hátsó záróizom

activity of adductors separately it was observed occasionally that the posterior muscle displayed rhythmic activity whereas the anterior one was in the state of tonic contraction. In the course of investigations stimulation of the heart (pericardium and ventricle respectively) was carried out in both conditions of adductors for it was suggested that the heart would react differently in the two different functional conditions. 5-HT deserved special attention because a specific role is attributed in literature to this substance which is demonstrable in a considerable quantity in the heart tissue (WELSH and MOORHEAD 1959).

Influence of 5-HT applied to the heart on the activity of adductors

When 5-HT in 10^{-4} M concentration was applied to the heart or pericardium respectively during the state of relaxation of adductors performing rhythmic activity, changes were observable both in the rhythm of valve action and in the degree of contractions. The effect produced on the adductors subsequently to the application of 5-HT took place quickly and in certain cases after some minutes an increase in rhythmic activity was observable (Fig. 2A). This effect manifested itself in rapid contractions becoming gradually more pronounced and taking place in quick succession without considerable relaxation between the single contractions. This increase in tonicity lasted until the adductors became contracted to such a degree which corresponds to closure.

Subsequently to this, gradually increasing relaxations were observable between the single contractions and the adductors became in a relatively short time (some minutes) as relaxed as previously to the application of 5-HT, or in the majority of cases even more. Thus the application of 5-HT to the heart pro-

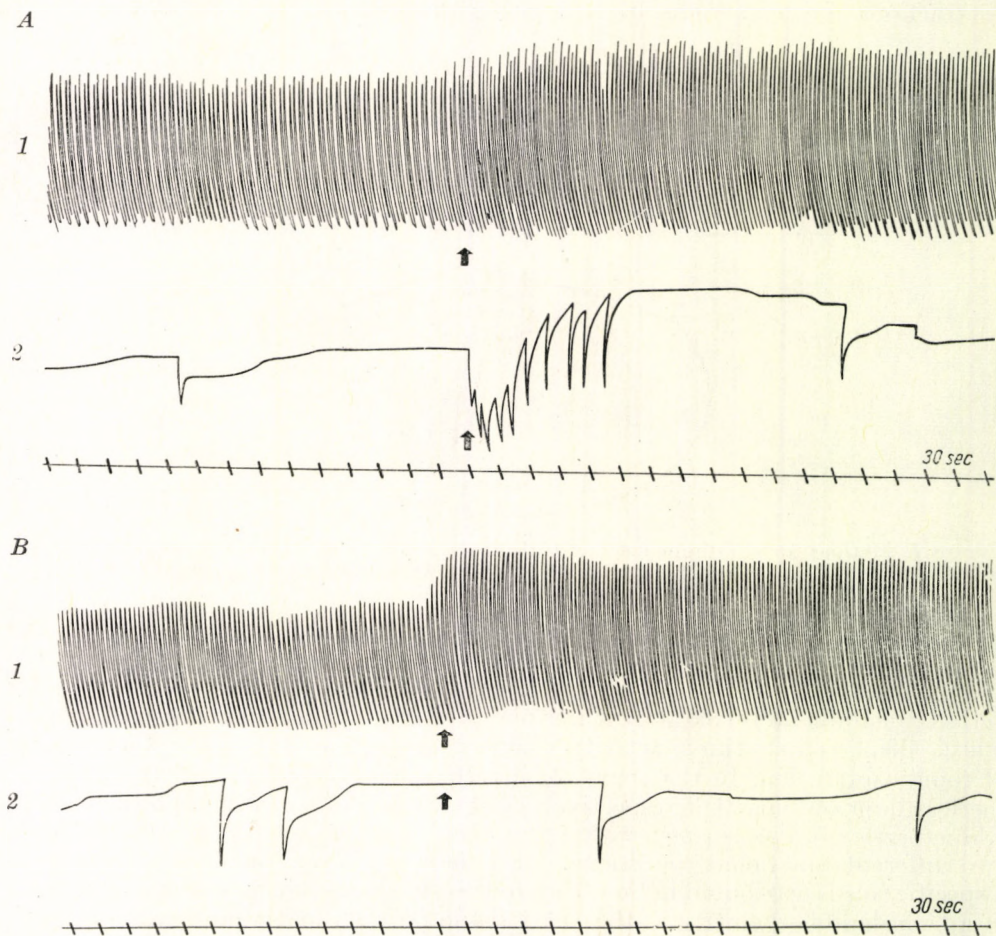


Figure 2. The influence of 5-HT applied to the heart on the reflex activity of animals with intact valves. *A* = when applied the first time; *B* = the same specimen 24 hours after the first application. *1* = registration of cardiac action; *2* = registration of the activity of valve

2. ábra. A szívre applikált 5-HT hatása a záróizmok reflexes működésére ép héjú állat esetén. *A* = először applikálva; *B* = ugyanaz a preparátum 24 óra múlva ismételt applikáláskor; *1* = szív működés regisztrálása; *2* = héjmozgás regisztrálása

duced an initial increase in the tonicity of adductor which was followed by a considerable decrease thereof. It is most remarkable that in no occasion was it possible to produce the same observed effect on the same animal, not even in the case when the stimulus produced by 5-HT was applied again repeatedly after 12–24 hours subsequently to the first effect (*Fig. 2B*).

Since 5-HT was applied to the heart and into the pericardial fluid, its direct influence on the heart manifested itself also immediately. The applied concentrations of 5-HT produced positive inotropic and chronotropic effects and increased also in most cases the tonicity of the heart. Under the given experimental conditions the heart — in contrast to the adductors — reacted to the introduction of new 5-HT solution in the same manner in all cases provided that sufficient time was left between the single applications for restoration to the previous level of activity.

When the experiments were conducted on animals with adductors isolated mechanically from each other and 5-HT was applied to the heart or to the pericardium, both adductors reacted with quick contraction to the stimulus produced on the heart in case the animals were in active condition *i.e.* in the state of lasting activity. Thereafter the tonicity and frequency of the posterior adductor increased as in the case of animals with intact valves and increased relaxation occurred only after 5–6 minutes, whereas the anterior adductor became to a great extent relaxed within the first minute (*Fig. 3*). It could be well observed that the increasing rhythmic action of the anterior half was always a little behind in time to the movement of the posterior half, *i.e.* the contractions and relaxations of posterior adductor preceded those of the anterior one.

If both adductors were in the state of tonic contraction at the application of 5-HT the first thing observed was a further increase in the tonicity of posterior adductor and the posterior halves became more linked up than usual *i.e.* they slid side by side in consequence to the increased abbreviation of muscle. Subsequently a relaxation took place followed by rhythmic activity of fairly high frequency and of great amplitude (*Fig. 4*).

Within some minutes after the moment that the posterior adductor began to relax the anterior adductor started also to relax. This relaxation was considerable and completely parallel with that of the posterior adductor, also on the anterior one rhythmic activity was observed. Thus, on the application of 5-HT to the heart the condition of tonic contraction of adductors ceased and a period of longer-shorter (occasionally several hours long) relaxed active condition took place.

In case the anterior half valve was closed completely whereas the posterior performed normal rhythmic activity the application of 10^{-4} M 5-HT to the heart produced an increase of rhythm in the posterior half and in 80% of cases opening of the anterior half occurred which displayed further on a rhythmic activity parallel with the posterior half (*Fig. 5*). The moment in which the anterior half opened did not coincide with the change in activity of the posterior half occurring just after the application of 5-HT but lagged some minutes behind.

The effect produced on the heart directly by 5-HT well conforms to the results obtained in previous experiments on intact valves. The computation of the averages of all experimental data shows that 5-HT in the concentration used produced a 15.7% and/or 35.0% increase in the frequency of heartbeat and in amplitude respectively.

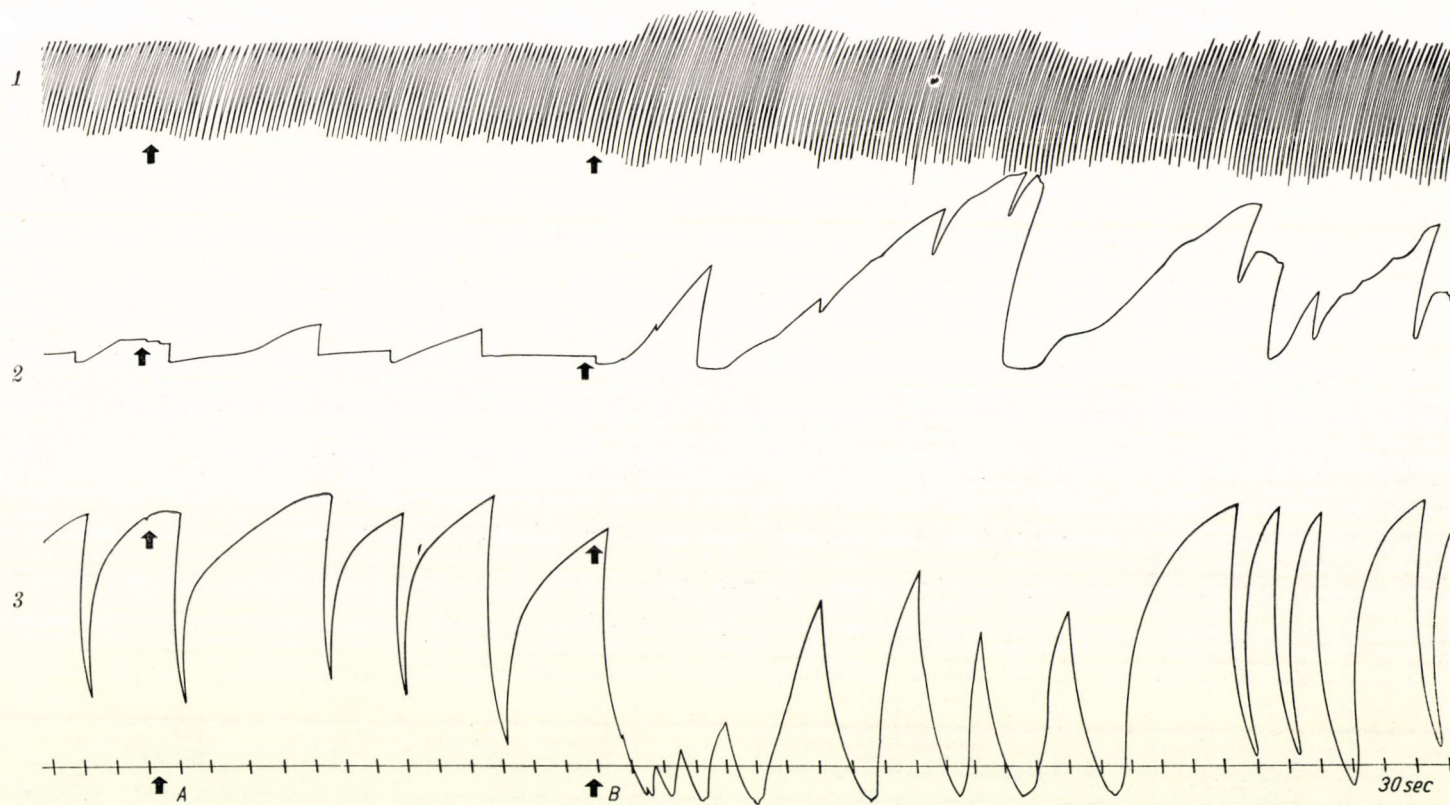


Figure 3. The influence of 5-HT in case of lasting activity. A = physiological solution; B = 5-HT. The order of recordings in this and in the other figures: 1 = cardiac action; 2 = anterior adductor; 3 = posterior adductor

3. ábra. 5-HT hatása tartós aktivitás esetén. A = kagylófiziológiás oldat; B = 5-HT. A regisztrátumok sorrendje itt és a következő ábrákon; 1 = szív működés, 2 = elülső záróizom, 3 = hátsó záróizom

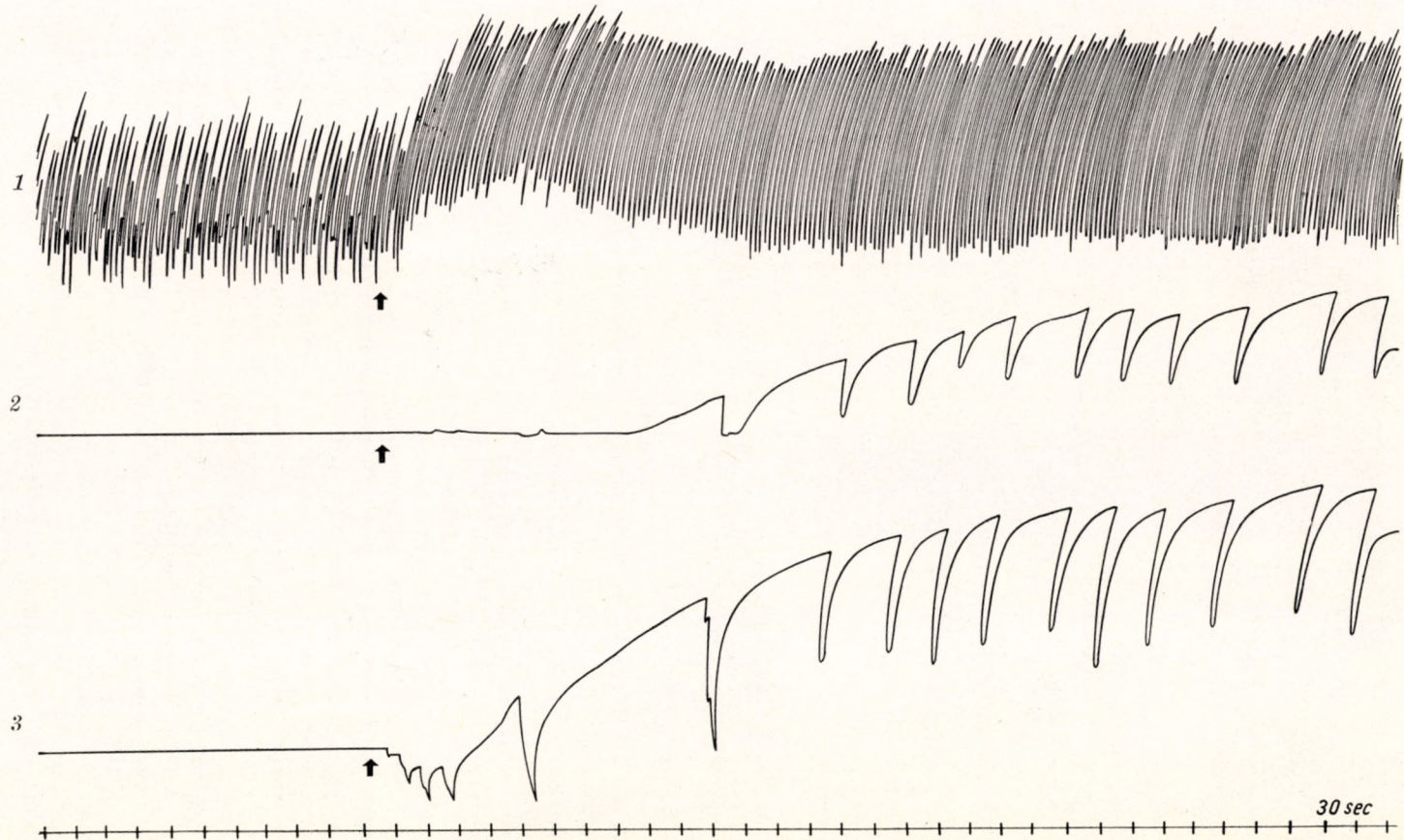


Figure 4. The influence of 5-HT in case of tonic contraction of the adductors
4. ábra. 5-HT hatása a záróizmok tartós tónusos kontrakciója esetén

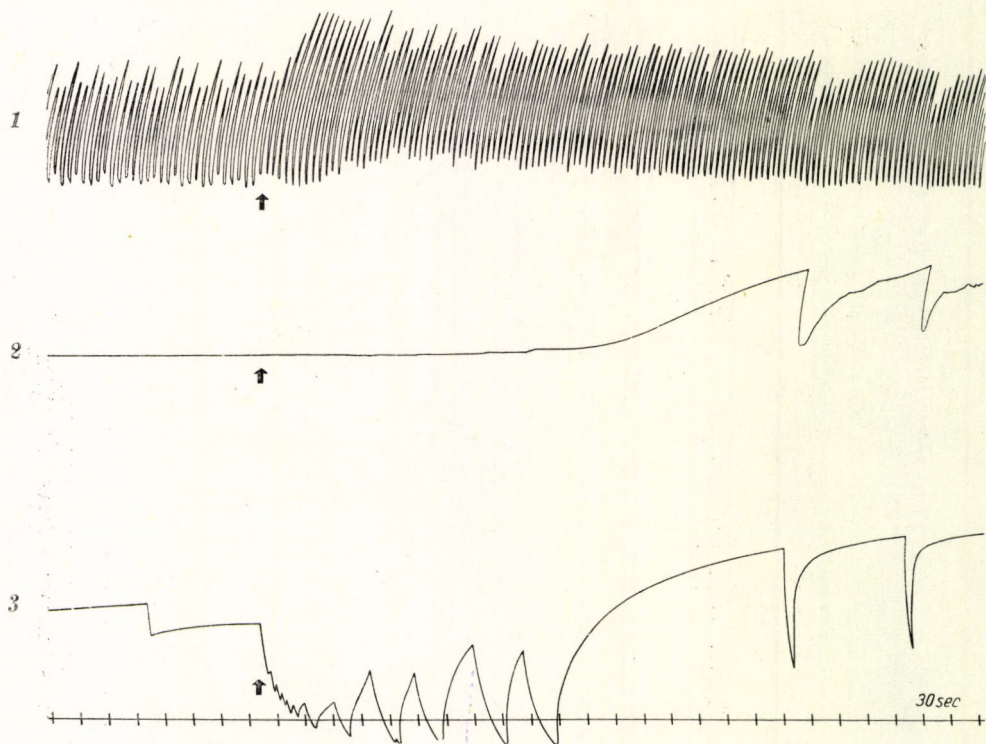


Figure 5. The influence of 5-HT in case of lasting tonic contraction of the anterior adductor

5. ábra. 5-HT hatása az elülső zárízom tartós tónusos kontrakciója esetén

Influence of other chemical agents (tryptamine, acetylcholine, KCl)

With regard to the fact that tryptamine related to 5-HT chemically influenced heartbeat in *in vitro* experiments in a similar way but to a lesser degree than 5-HT (GREENBERG 1960), further because this agent is able to influence also the activity of adductors centrally (SALÁNKI 1963) it was thought interesting to investigate whether it will be able when applied to the heart to produce by means of reflexes similar effects as 5-HT. It was found that in either case, when the shell of the animal was left intact or when the adductors were isolated from each other tryptamine produced similar to 5-HT an initial contraction of posterior adductor, and subsequently the relaxing of both posterior and anterior adductors. Nevertheless, to reach the same effect which was obtained by 5-HT, tryptamine had to be used at hundred times greater concentration, and it did not produce even then very explicit influence on the heart (Fig. 6).

According to published data (PUPPI 1963) the adductors are susceptible to ACh if this agent is applied to the ganglion. This agent has an inhibitory effect on the heart of *Anodonta cygnea* (TEN CATE and REESINCK 1954) and may presumably have, as an inhibitory mediator, an important role also physiologically (SAKHAROV and NISTRATOVA 1963).

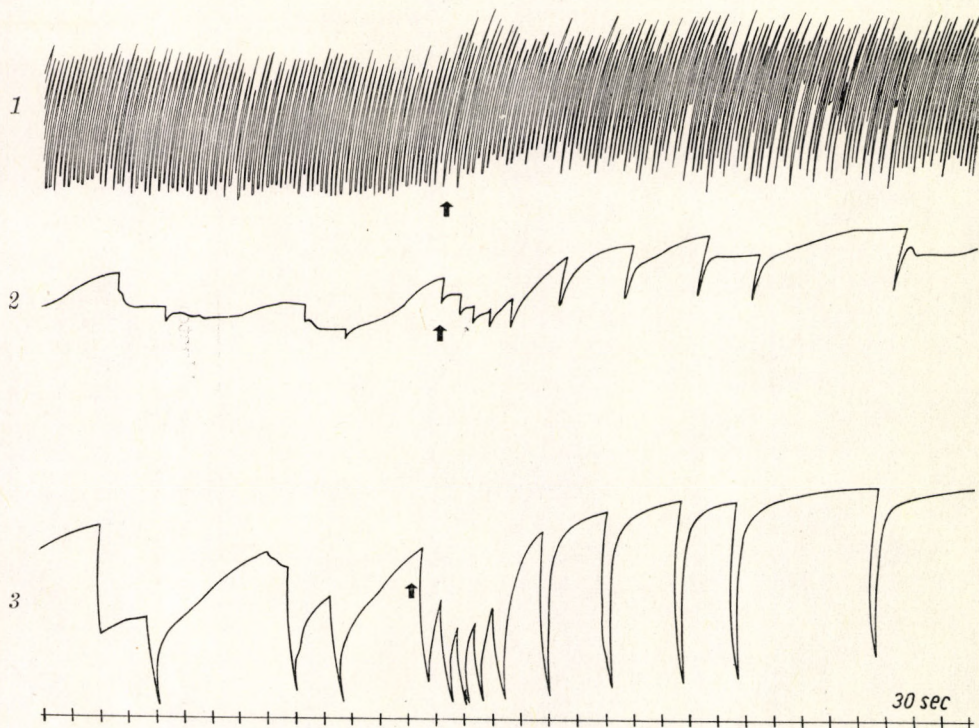


Figure 6. The influence of tryptamine on adductors being in the condition of lasting activity

6. ábra. Tryptamin hatása a záróizmok tartós aktivitása esetén

If 10^{-4} – 10^{-2} M ACh solutions were applied to the heart or into the pericardium no changes were observable in the activity or condition of the adductors whether they were in the state of rhythmic activity or in tonic contraction. It should be noted that the effect produced by the applied concentrations of ACh on the heart was not remarkable either, and only a small decrease in amplitude was observable occasionally.

The application of KCl to the heart produced reflex changes in the activity of adductors. If this agent was applied to the heart in the period of relaxation of adductors both the anterior and the posterior adductors reacted with very quick and strong contractions. The response of the posterior adductor was more pronounced. Lasting closure of valves (lasting tonic contraction), however, did not take place, and after an initial increase in tonicity the adductors began to relax and displayed rhythmic activity. Occasionally the previous level of relaxation was exceeded. If KCl was applied in the condition of tonic contraction to the heart relaxation took place as on the application of 5-HT (Fig. 7). KCl in 0,5–4 M concentrations (highly concentrated) yielded strong negative inotropic and chronotropic influences on the heart and increased, besides, the tonicity thereof almost to a maximum level. On occa-

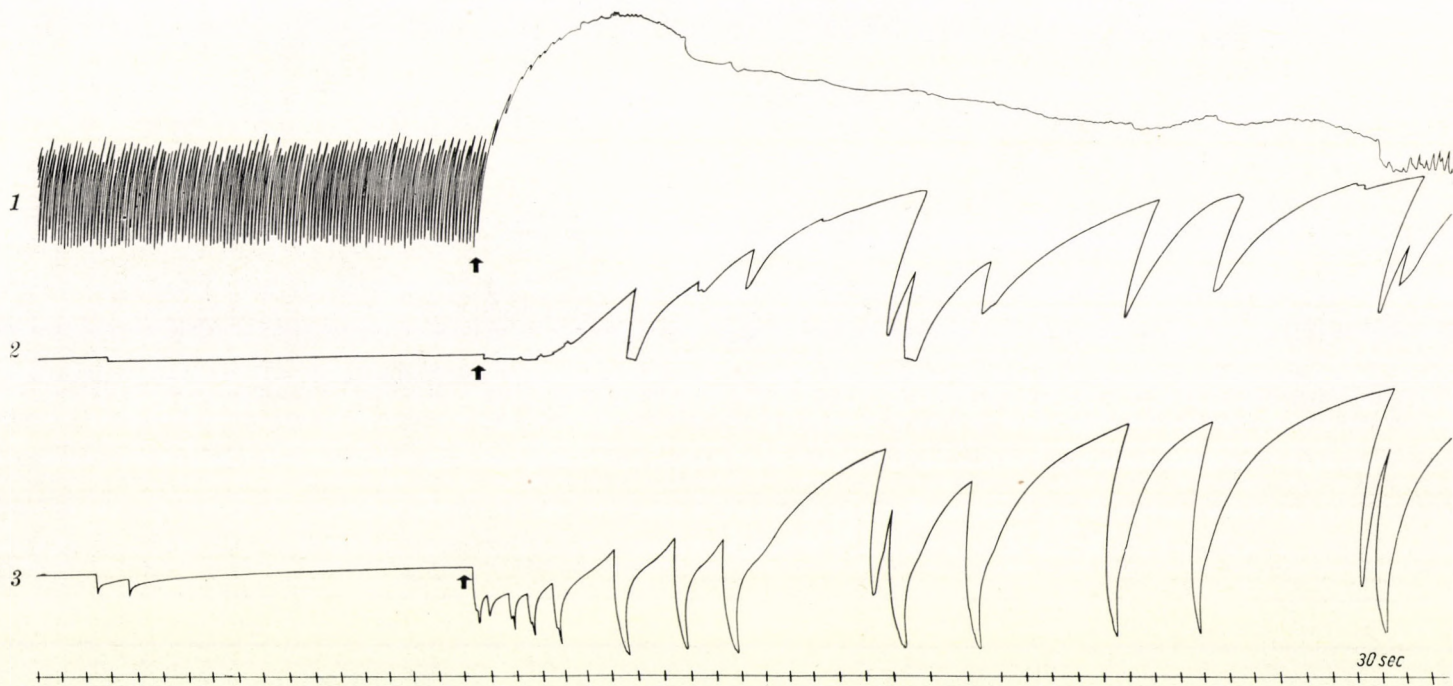


Figure 7. The effect of KCl in case of lasting tonic contraction of adductors
7. ábra. KCl hatása a záróizmok tartós tónusos kontrakciója esetén

sion even a systolic arrest was observed. In agreement with published data (JULLIEN ACOLAT, CARDOT, JOLY and BRIDE 1960) in situ heart was blocked by KCl, depending upon concentration.

Influences on the activity of adductors produced by mechanical and electrical stimulation of the heart

In connection with the chemical agents applied to the heart the question arises whether the changes in the activity of adductors are produced indeed only through the receptors of the heart and the pericardium, *i.e.* by means of reflexes, or one has to reckon also with the possibility that these agents may reach the adductors themselves by way of circulation or diffusion and influence them directly. For this reason it seemed important to attempt to excite the receptors of the heart with local stimuli as the mechanical and the electric one and to examine the responses of the adductors. The results obtained show, that if the adductors were in the condition of tonic contraction then the mechanical stimulation of the ventricle of the heart resulted in the majority of cases in relaxation after which a rhythmic activity of adductors followed for a longer period (*Fig. 8*). The tonic activity of the heart increased also simultaneously, and occasionally the magnitude of amplitude decreased from time to time to the half or to one third of the original without considerable changes taking place in frequency. The influence of a stimulation of 10–20 sec duration on the heart lasted for 4–5 minutes. Relaxation of adductors was well discernible only after some minutes subsequently to stimulation and the relaxation of the posterior adductor preceded in general by some minutes the relaxation of the anterior one.

It was possible to produce in many cases with the electric stimulation of the ventricle the opening of closed shells, *i.e.* the relaxation of tonically contracted adductors, after which their rhythmic activity was observable (*Fig. 9*). If, however, in the moment of the application of mechanical and electrical stimuli to the heart the adductors were in the condition of relaxation, a rapid contraction occurred, which was followed by other 2–3 deep contractions of the posterior adductor. This effect, however, was over within 1–2 minutes and thereafter the adductors continued their previous rhythmic activity.

Discussion

The possibility of influencing the activity of the adductors of various lamellibranchiates by reflexes has been evidenced in many respects. It is generally known that the exteroceptive stimuli, as the mechanical stimulation (touching) of mantle, of the area around the siphon and the foot results in the closure of valves (PAWLOW 1885, WOORTMANN 1926, NADORT 1943). Opening of the valves and changes in rhythmic activity were produced by ZIKS and BOGDANOV (1956) with the mechanical stimulation of the area around the heart. Opposed responses of adductors were described by WOORTMANN (1926) in the course of stimulating the mantle by O₂-rich or O₂-deficient water respectively. Characteristic muscle responses were registered by SALÁNKI (1961a, b) on the application of KCl and SH-inhibitors to the margin of the mantle, and he succeeded to produce specific changes in the rhythmic and

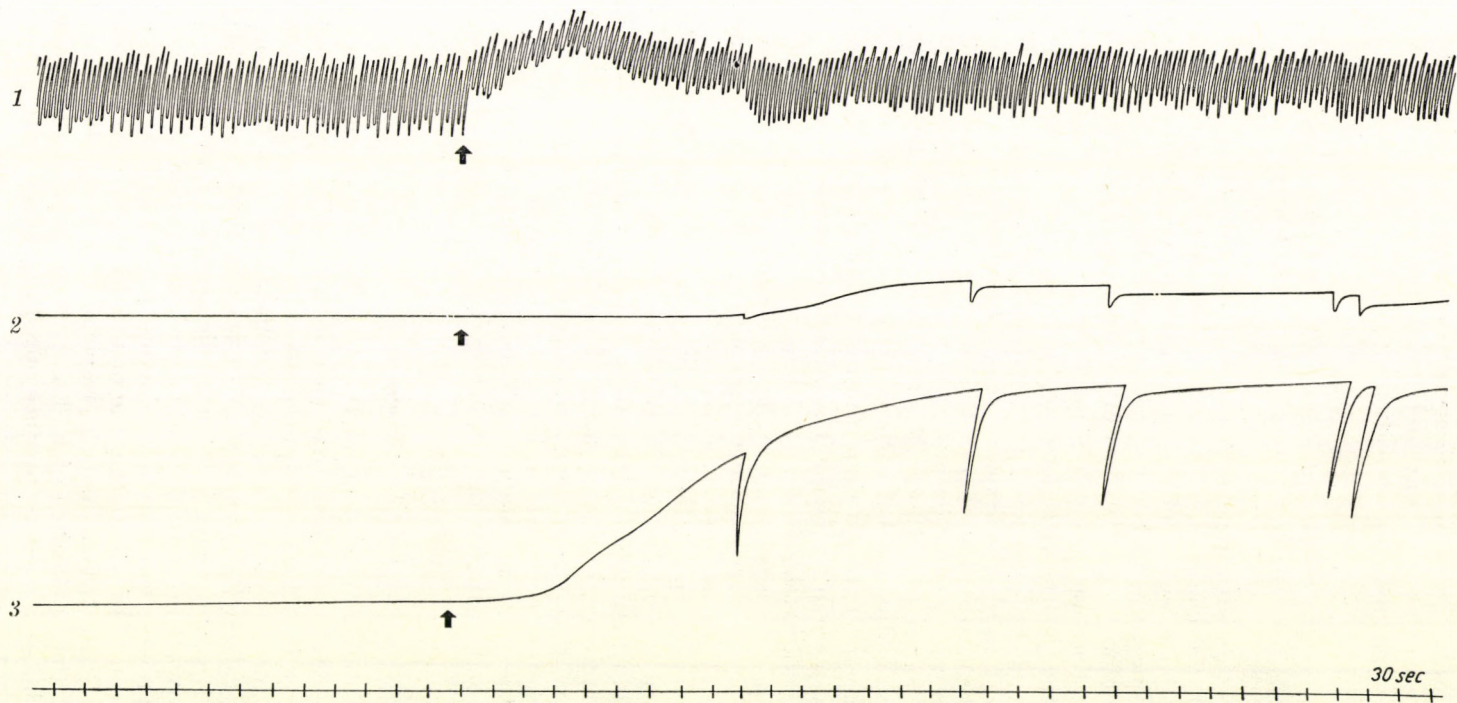


Figure 8. The influence of the mechanical stimulation of the heart on adductors being in lasting tonic contraction
8. ábra. A szív mechanikus ingerlésének hatása a tartós tónusos kontrakcióban levő záróizmokra

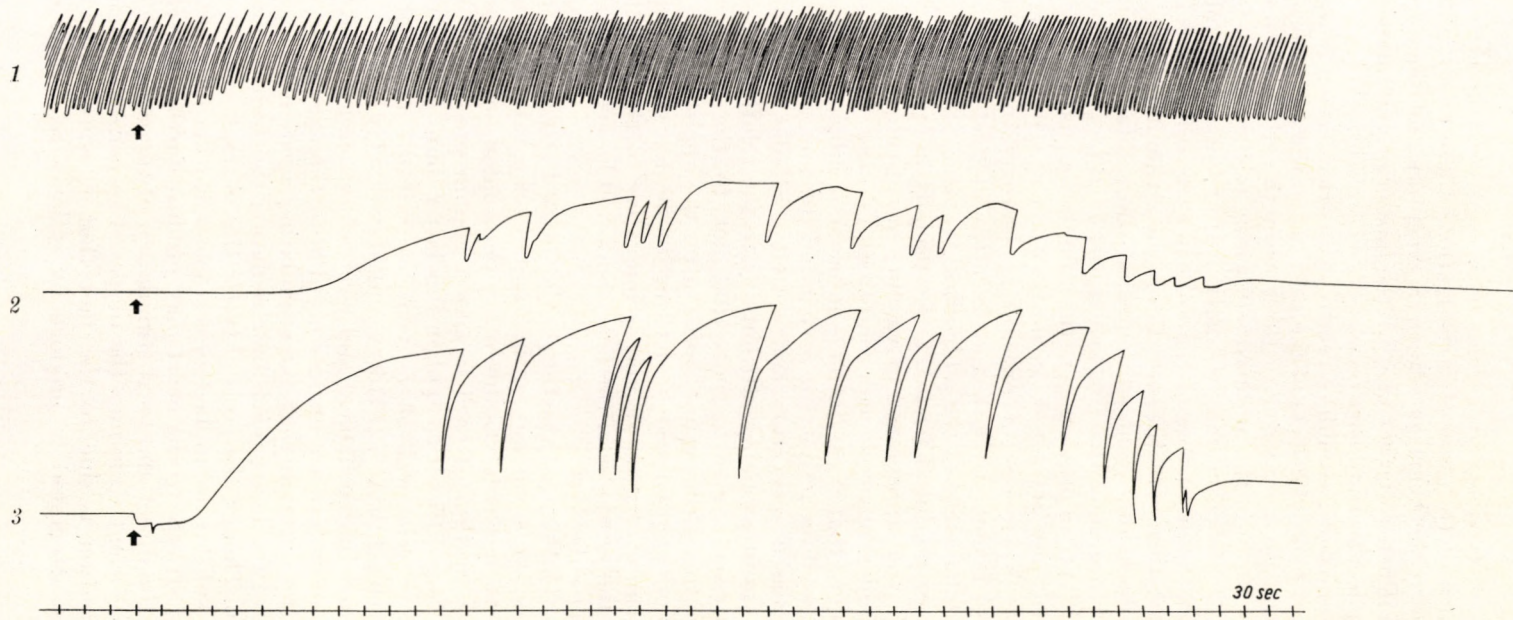


Figure 9. The influence of electric excitation of the heart on adductors being in lasting tonic contraction
 9. ábra. A szív elektromos ingerlésének hatása a tartós tónusos kontrakcióban levő záróizmokra

periodic activity of *Anodonta* by various interoceptive stimuli (SALÁNKI 1962). Upon the evidence of the present investigations there exists a direct, reflex connection between the heart as a zone of receptors and the adductors, and it is possible to influence the activity of the posterior and anterior adductors with stimuli applied to the heart.

As the results show, stimuli of relatively short duration (0.5—3 minutes) may produce most marked effects in the case, when the adductors are in tonic contraction. In the great majority of these cases the stimulation of the heart produces the relaxation of the adductors (opening of the valves) *i.e.* it induces the excitation of the mechanism of relaxation. If at the moment of the stimulation of the heart the adductors of the animal were in relaxation performing rhythmic activity, then on the effect of the stimulus some quick contractions were observable, and subsequently the adductors relaxed again. In some cases the degree of this relaxation was even higher (especially on the application of 5-HT) than previously to the stimulation, namely the mechanism of relaxation was more activated. In no occasion was it possible to produce tonic contraction by means of reflexes is, however, not out of question that stimuli of sufficient strength and duration applied to the heart would result in lasting tonic state of the adductors.

The influence produced by 5-HT is especially noteworthy, because one may reckon with the appearance of varying quantities of this substance in the heart also under physiological conditions (WELSH 1957, KOSHTOYANTS 1957b). This implies, that if cardiac action becomes subject to increased 5-HT effect in the course of its activity, it may induce by means of reflexes also the adductors to increased relaxation and activity. Similar influence produced by tryptamine is most probably attributable to the relationship between the chemical structures of the two agents and not to the influence of 5-HT metabolism, since the effect occurs shortly after the application.

The strong effect produced by KCl might be due to the depolarization role of this substance in general, and is indicative of the fact that reflexes originating from the receptors of the heart may well be activated also by such non-mediator type substance.

5-HT and KCl influenced also the rhythm of cardiac action simultaneously, namely exactly in the same way as in isolated preparations of the heart of mussels, whereas ACh which was inhibitory on isolated heart, was practically ineffective on the rhythm of cardiac action and in producing reflex effects on the adductor. It is difficult to explain this latter, but one may refer to data showing that the exterior wall of the ventricle full of fluid is also *in vitro* relatively less sensitive to ACh (FLOREY and MERWIN 1961).

Data obtained by mechanical and electrical stimulation prove that the responses of the adductors are exclusively due to the excitation of the heart and it is beside the question that the stimulating agent may by penetrating through the wall of the heart reach by circulation the adductor itself and influence it directly. Though the possibility for this is small even because of the small amounts of substances applied, nevertheless, the mechanical and electrical stimuli applied strictly to the heart may produce further evidences for the assumption that the direct and local stimulation of the receptors of the heart are completely sufficient to induce the observed responses of adductors.

Special attention is due to the fact that whenever, almost without exception, it was attempted to produce by reflexes relaxation of tonically

contracted adductors, the posterior adductor relaxed earlier than the anterior one. According to the assumptions in literature (PAWLOW 1885) the centre of relaxation is located in the cerebral ganglia and the cessation of tonicity of both adductors is regulated from there simultaneously. This implies further that the relaxation of adductors should be simultaneous or rather the relaxation of the anterior adductor should precede that of the posterior one. The data obtained contradict to this assumption, and it seems more likely that the relaxation of posterior adductor is the function of the visceral ganglion which innervates also the heart. On the other hand, the late relaxation of the anterior adductor is explainable by the assumption that the relaxing effect arising from the visceral ganglion towards the posterior adductor runs simultaneously also in the direction of the cerebral ganglia, where after proper summation of stimuli it produces the delayed relaxation of the anterior adductor. This fact naturally does not contradict the theory that the cerebral ganglia may under physiological conditions play an important role in the simultaneous, coordinated relaxation of anterior and posterior adductors. The idea, however, that the relaxing effect originates in case of both muscles exclusively from the cerebral ganglia should be rejected.

Summary

The responses of the anterior and posterior adductors of fresh water mussel to various stimuli were investigated. In the course of the experiment chemical (5-HT, tryptamine, ACh and KCl) mechanical and electric stimuli were applied.

The followings were established:

1. The local stimulation of the heart produces reactions not only on the heart itself, but influences also simultaneously the activity of the adductors. The effect on the adductors manifests itself in the activation of the mechanism of relaxation if the adductors are in tonic contraction. If, however, the adductors are in the condition of relaxation and show rhythmic activity at the application of the stimulus, then after some initial contraction increased relaxation takes place or there is a return to the original rhythm. Most pronounced relaxing effect was observable on the application of 5-HT to the heart.

2. When the activities of the two adductors were recorded separately it was observed, that the relaxation of the posterior adductor took place in general earlier than that of the anterior one. This implies, in contradiction to published data, that the central nervous elements responsible for the relaxation of adductors are not exclusively located in the cerebral ganglia.

3. The area of the heart is the receptor zone of the adductors and a close reflex relationship exists between the heart and the adductors.

REFERENCES

- BRÜCKE VON, E. T. (1925): Die Bewegung der Körpersäfte. — In: WINTERSTEIN, H.: Handbuch der vergleichenden Physiologie. I. 827—1110.
- BUDDENBROCK VON, E. (1960): Beobachtungen über den Herzschlag geöffneter und geschlossener Muscheln, beziehungsweise ausgestreckter und in die Schale zurückgezogener Schnecken. — *Zool. Anz.* **165**, 7—13.

- FLOREY, E., H. J. MERWIN (1961): Inhibition in molluscan hearts and the role of acetylcholine. — In: *Nervous Inhibition*. Edited by E. FLOREY, Pergamon Press, pp. 136—143.
- GREENBERG, M. J. (1960): Structure-activity relationship of tryptamine analogues on the heart of *Venus mercenaria*. — *Brit. J. Pharmacol.* **15**, 375—388.
- JULLIEN, A., L. ACOLAT, J. CARDOT, M. JOLY, M. BRIDE (1960): Sur le blocage de l'automatisme cardiaque chez l'Anodonte (*Anodonta cygnea* L.) par application externe de certains ions et substances chimiques sur le myocarde in situ. Sur les durées nécessaires a son obtention et leurs relations avec divers facteurs. — *Ann. Sci. Univ. Besançon, Zool. et Physiol.* **14**, 3—32.
- KOCH, W. (1917): Der Herzschlag von *Anodonta* unter natürlichen und künstlichen Bedingungen. — *Pflügers Archiv* **166**, 281—371.
- (KOSHTOYANTS, CH. S.) Коштоянц, X. С. (1957a): Основы сравнительной физиологии. Том 2. Изд. АН СССР. Москва.
- (KOSHTOYANTS, CH. S.) Коштоянц, X. С. (1957b): Об особенностях нервной регуляции и действия «медиаторов» у моллюсков. *Изв. АН Арм. ССР*, **10**, 13—16.
- MARCZYNSKI, T. (1959): The fresh-water clam *Anodonta cygnea* L. as a test object for serotonin and related compounds. — *Bull. Acad. Polon. Sci., Sér. sci. biol.* **7**, 147—150.
- NADORT, W. (1943): Some experiments concerning the nervous system of *Unio pictorum* and *Anodonta cygnea*. — *Arch. Néerl. Physiol.* **27**, 246—268.
- PAWLOW, J. (1885): Wie die Muschel ihre Schale öffnet. — *Pflügers Archiv* **37**, 6—31.
- PÉCSI, T., J. SALÁNKI (1964): The role of pressure in the periodical changes of cardiac action in the fresh water mussel (*Anodonta cygnea* L.). — *Annal. Biol. Tihany* **31**, 65—76.
- PUPPI, A. (1963): Electrophysiological and pharmacological analysis of the effect of acetylcholine on the inhibitory mechanism of the tone of the posterior adductor muscle of lamellibranchiata. — *Acta physiol. Hung.* **23**, 247—257.
- (SAKHAROV, D. A., S. N. NISTRATOVA) Сахаров, Д. А., С. Н. Нистратова (1963): Особенности холинергической реакции в сердце беззубки. — *Физиол. журн. СССР*, **49**, 1475—1481.
- SALÁNKI, J. (1961a): Role of afferentation in the regulation of the rhythm in the periodic activity of fresh water mussels. — *Acta Biol. Hung.* **12**, 161—167.
- (SALÁNKI, J.) Шаланки, Я. (1961b): Данные о периферической регуляции медленного ритма периодической активности беззубок. — *Физиол. журн. СССР*, **47**, 1194—1198.
- SALÁNKI, J. (1962): Interoceptive stimuli in the regulation of rhythmicity and periodic activity in fresh water mussels (*Anodonta cygnea*). — *Acta Biol. Hung.* **12**, 243—251.
- SALÁNKI, J. (1963): The effect of serotonin and catecholamines on the nervous control of periodic activity in fresh-water mussel (*Anodonta cygnea*). — *Comp. Biochem. Physiol.* **8**, 163—171.
- SPLITTSTÖSSER, P. (1913): Zur Morphologie des Nervensystems von *Anodonta cellensis* Schröt. — *Z. wiss. Zool.* **104**, 388—470.
- TEN CATE, J., M. J. REESINCK (1954): The action of acetylcholine and eserine on the heart and the intestine of *Anodonta cygnea* L. — *Physiol. Comp. et Oecol.* **3**, 337—342.
- TRUEMAN, E. R. (1954): Observation on the mechanism of the opening of the valves of a burrowing lamellibranch, *Mya arenaria*. — *J. Exp. Biol.* **31**, 291—305.
- WELSH, J. H. (1957): Serotonin as a possible neurohumoral agent: evidence obtained in lower animals. — *Ann. N. Y. Acad. Sci.* **66**, 618—630.
- WELSH, J. H., M. MOORHEAD (1959): Identification and assay of 5-hydroxytryptamine in molluscan tissues by fluorescence method. — *Science* **129**, 1491—1492.
- WOORTMANN, K. (1926): Beiträge zur Nervenphysiologie von *Mytilus edulis*. — *Z. vergl. Physiol.* **4**, 488—527.
- (ZIKS, V. S., J. BOGDANOV) Зикс, В. С., Ю. Богданов (1956): In: Коштоянц, X. С. (1957): Основы сравнительной физиологии. Том 2. Изд. АН СССР. Москва.

A TAVIKAGYLÓ (*ANODONTA CYGNEA* L.) ZÁRÓIZOMMŰKÖDÉSÉNEK
REFLEXES BEFOLYÁSOLÁSA SZÍVRE HATÓ INGEREKKEL

Összefoglalás

Salánki János és Pécsi Tibor

Vizsgáltuk különböző ingerek szíven való alkalmazása esetén az elülső és hátsó záróizom válaszreakcióit tavi kagylón. A kísérletek során kémiai (5-HT, tryptamin, ACh, és KCl), mechanikai és elektromos ingereket alkalmaztunk. Megállapítást nyert, hogy

1. A szív lokális ingerlése nemcsak magán a szíven vált ki reakciót, hanem egyidejűleg a záróizomműködést is befolyásolja. A záróizmokon a hatás a relaxációs mechanizmus aktiválásában jut kifejezésre akkor, ha az izmok tónusos kontrakcióban voltak. Ha az inger alkalmazásakor a záróizmok ernyedtek, ritmusosan működő állapotban voltak, akkor kezdeti néhány kontrakció után ugyancsak fokozott relaxációt vagy az eredeti ritmusra való visszatérést észleltük. Legkifejezettebb relaxációs hatás az 5-HT szívre való applikálásakor volt megfigyelhető.

2. A két záróizom működésének egymástól független regisztrálásakor az volt megfigyelhető, hogy a hátsó záróizom ernyedése rendszerint hamarabb kezdődött, mint az elülső záróizomé. Ez irodalmi adatokkal ellentétben arra utal, hogy a záróizomok relaxációjáért felelős központi idegi elemek nem kizárólag a cerebrális ganglionokban helyezkednek el.

3. A szív területe a záróizmok receptorzónája, s a kettő között szoros reflexes kapcsolat áll fenn.

РЕФЛЕКТОРНЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ЗАПИРАТЕЛЬНЫХ
МЫШЦ БЕЗЗУБКИ (*ANODONTA CYGNEA* L.) ПРИ РАЗДРАЖЕНИИ СЕРДЦА

Я. Шаланки и Т. Печи

Изучались ответные реакции передней и задней запирательных мышц беззубки в зависимости от применения разных стимулов на её сердце. В ходе экспериментов были применены химические (серотонин, триптамин, ацетилхолин, хлористый калий), механические и электрические раздражения. Было установлено, что

1. Местное раздражение сердца вызывает реакцию не только на самом сердце, но одновременно влияет и на деятельность запирательной мышцы. Эффект на запирательных мышцах выражается в активизации механизма расслабления, если мышцы были в состоянии тонического сокращения. Если в моменте раздражения запирательные мышцы находились в расслабленном, ритмически работающем состоянии, тогда через несколько начальных сокращений наблюдалось также повышение расслабления, или возобновление исходного ритма. Самым сильным расслабляющим эффектом обладал серотонин при его применении на сердце.

2. При регистрации деятельности двух запирательных мышц независимо друг от друга, было установлено, что расслабление задней запирательной мышцы наступает раньше расслабления передней запирательной мышцы. В отличие от литературных данных это факт указывает на то, что нервные элементы, ответствующие за расслабление запирательных мышц локализируются не только в церебральных ганглиях.

3. Область сердца является рецепторной зоной запирательных мышц, и между сердцем и запирательными мышцами существует тесная рефлекторная взаимосвязь.

**CHANGE OF THE NISSL-SUBSTANCE IN CONNECTION
WITH THE PERIODIC ACTIVITY IN THE CENTRAL
NERVOUS SYSTEM OF FRESH-WATER MUSSEL
ANODONTA CYGNEA L.**

JÁNOS SALÁNKI, IMRE ZS. - NAGY, ÉVA H. VAS

Received: April 8th 1965

The periodic activity of the fresh water mussel is connected with the tonic function of the adductors (BARNES 1955) while the control of the active and rest periods lasting both of them for several hours and alternating with a comparatively high grade of regularity is a function of the central nervous system (SALÁNKI 1963). The periodic activity can be readily influenced with various chemical agents as well as with the change of the oxygen supply (KOSHTOYANTS and SALÁNKI 1958, SALÁNKI 1960, 1965), but also these effects bring about the periodical tonus changes of the adductors only through the central nervous system (MINKER and ÁBRAHÁM 1959). Therefore it seems evident that the periodic activity must be in correlation with the change of the activity condition and/or of the amount of enzymes and biologically active substances of the central nervous system.

Histochemical and biochemical examinations conducted on various tissues point to the fact that numerous synthesizing enzymes of the cytoplasm are found in the ergastoplasm (microsomatic fraction) (CASPERSSON 1941, which has been identified with the basophilic component of the cell and with the electron microscopically well identifiable endoplasmic reticulum (CLAUDE 1946, WEISS 1953). It has been established earlier that the affinity of the submicroscopic substance of the cytoplasm to basic stains is connected with the presence of RNS (BRACHET 1940, LANDSTRÖM, CASPERSSON and WOHLFAHRT 1941, EDSTRÖM and HYDEN 1954). In nerve cells it is the Nissl-substance or tigroid (LENHOSSÉK 1896) which corresponds to the basophilic component (BRACHET 1940, PALAY and PALADE 1953, HESS 1955), the presence of which has been demonstrated also in the central nervous system of Lamellibranchiates (NAGY 1962).

Departing from the above data in the course of our experiments we wanted to examine the connection of the basophilic substance of the cytoplasm with the periodical activity, namely whether in the active and rest phases of the periodic activity it is possible to find a difference in the neurons concerning the amount of the Nissl-substance or not.

Material and method

Examinations were conducted on adult specimens of *Anodonta cygnea* L. The animals were kept separated from each other in aquaria in running Bala-

ton-water and their activity was recorded during several days on mussel-actograph (SALÁNKI and BALLA 1964).

For histological examination of the ganglions we killed animals at the beginning of the two opposite phases of the periodic activity, *i.e.*

a) at the beginning of the active period,

b) at the beginning of the period of rest (*Fig. 1*).

The cerebral, visceral and pedal pairs of ganglia were prepared out which took at most 2–3 minutes.

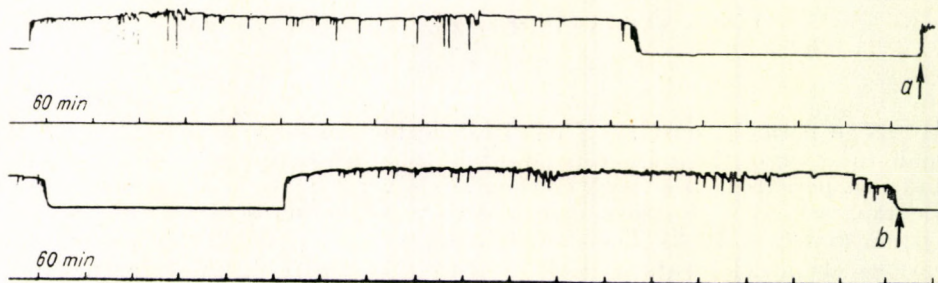


Fig. 1. Detail of two actograms: *a)* beginning of the active period; *b)* beginning of the rest period

1. ábra. Két aktogramm részlete: *a)* aktív periódus kezdete; *b)* nyugalmi periódus kezdete.

Histological methods: The ganglia prepared out were fixed in SUSAL, than carried out subsequently through alcohol, methyl benzoate and benzo they were embedded in to paraffin. 5μ series sections were made and stained with gallocyanin (EINARSON 1932), with tionin (SPIELMEYER 1930), and kresylviolet (KISZELY—BARKA 1958). (The original Nissl-staining is impracticable owing to the dimensions of the ganglions.)

Statistical evaluation of the staining of the Nissl-substance in the cells was carried out by counting the cells from each ganglion in the microphotogram of a whole section (1600 to 2500 cells per ganglion) and ranging them in three groups. We considered as empty those cells in which no Nissl-substance could be seen at all and as full those, the whole cytoplasm of which was stained, while as transitory those in the cytoplasm of which both stained and empty portions occurred.

Results

The Nissl-substance can be demonstrated in the nerve cells of *Anodonta cygnea* with each of the methods employed. The best results were obtained, however, with the kresyl-violet method. The Nissl-substance is stained the least intensively with gallocyanin, even when the period of staining was increased to double of the originally described. Therefore the statistical evaluation was carried out on preparations obtained with kresyl-violet. It should be noted that the general picture of the sections stained with tionin

and gallocyanin is perfectly similar to the preparations stained with kresyl-violet.

Considering the staining of the Nissl-substance significant differences were found between the ganglions of animals killed at the beginning of the active and rest period.

a) At the beginning of active period: The overwhelming majority of the cells in all three pairs of ganglia is almost completely full with Nissl-substance. Entirely empty cells hardly, only sporadically occur. Also the number of cells only partly containing Nissl-substance is low (*Fig. 2*). It is to be noted that in the pedal ganglion the proportion of the empty cells is somewhat higher (*Table 1*). In some cells the Nissl-substance is conspicuously granulated.

b) At the beginning of the period of rest. In all three pairs of ganglia the cells with empty, not stained cytoplasm preponderate (*Fig. 3*). The distribution of the cells according to Nissl-substance shows the opposite picture as against the beginning of the active period, although the numerical difference is not so large (*Table 1*). At the same time in some cells the strongly granulated Nissl-substance readily staining with kresyl violet remains (*Fig. 4*).

Table 1

Distribution of neurons according to Nissl-substance contents

Ganglion	Beginning of the active period				Beginning of the rest period			
	cell number	full %	transit. %	empty %	cell number	full %	transit. %	empty %
cerebral	604	83.12	10.59	6.29	659	11.38	23.06	65.56
visceral	2540	86.82	9.17	4.01	1115	6.22	13.88	79.90
pedal	1410	72.41	15.88	11.71	1376	6.51	18.22	75.27

Discussion

It is well known that the basophilic component of the cytoplasm, exactly as the electron-microscopically examinable endoplasmic reticulum which is considered as adequate with it, shows varied forms even in the same kind of cells, which is generally explained with the different functional condition (PALADE and PORTER 1954). The change of cytoplasmatic elements resulting in basophily can be brought about also with an external impact, under experimental conditions (SHABADASH and ZELINKA 1961, AGHAJANIAN 1963). NAGY (1962) regards the differences in Nissl-substance among the ganglions of different individuals of lamellibranchiates as a phenomenon connected with senescence.

Our examinations demonstrate that the differences of Nissl-substance in the neurons of the fresh water mussel are in close connection with the physiological condition of the animal. Selecting adequately the moment of the killing of the animal we can arbitrarily demonstrate much or little Nissl-substance in the ganglions. This points also to the fact that the change of the Nissl-substance can be hardly connected with the age of the mussels.

It is remarkable that, depending on the actual frequency of the periodical activity, the basophily of the cytoplasm is able to almost completely dis-

appear comparatively rapidly, within a few hours and then again to appear in a short time. This agrees with the observation of SELMAN and JURAND (1964) who after an ultrasound treatment of short duration demonstrated rapid destruction then restitution in the endoplasmic reticulum of *Triturus* and with the results of KONECKI and KOZUBSKA (1961) who described the diurnal changes of the Nissl-substance in the motoric cells of the mouse's spinal marrow. It is possible, however, that the point in question is not about the disappearance and appearance of the Nissl-substance but only about such change of the structure of the substance responsible for basophily which influences the intensity of staining.

On the basis of examinations which identified the Nissl-substance of the neuron with ribonucleoprotein and attributed to it a significant enzymatic role (HYDEN 1960) it may be assumed that the change in the staining of the Nissl-substance is not only accompanying the periodic activity closely connected with the vital function of *Anodonta*, but it is in relation with the specific metabolic processes involved in the central control of the periodic activity. In this respect our earlier observation seems to be remarkable, according to which serotonin which presumably has an important function in the nervous system of molluscs is localised for the most part in the endoplasmic reticulum of the neurons of the mussel (ZS. NAGY et al. 1965).

Summary

It has been established that in the cerebral, visceral and pedal ganglia of the fresh water mussel (*Anodonta cygnea* L.) the demonstrability of the Nissl-substance shows a change connected with the periodic activity of the animal; at the beginning of activity the overwhelming majority of cells exhibit a massive basophily, while at the beginning of the period of rest neurons containing Nissl-substance can be found comparatively rarely.

It is assumed that the change of the basophily of the cell connected with the periods activity and rest is not an accompanying phenomenon but it is in direct connection with the central control of the periodic activity.

REFERENCES

- AGHAJANIAN, G. K. (1963): "Microsome" fraction of brain: Structural changes induced by ascorbic acid. — *Science* **141**, 628—630.
- BARNES, G. E. (1955): The behaviour of *Anodonta cygnea* L., and its neurophysiological basis. — *J. Exptl. Biol.* **32**, 158—174.
- BRACHET, J. (1940): La détection histochimique des acides pentosenucléiques. — *Comp. Rend. Soc. Biol., Paris* **133**, 88—90.
- CASPERSON, T. (1941): Studien über den Eiweissumsatz der Zelle. — *Naturwissenschaften* **29**, 33—43.
- CLAUDE, A. (1946): Fractionation of mammalian liver cells by differential centrifugation. — *J. Exptl. Med.* **84**, 61—89.
- EINARSON, L. (1932): A method for progressive selective staining of Nissl and nuclear substance in nerve cells. — *Amer. Journ. of Path.* **8**, 295—307.
- EDSTRÖM, J. E. et H. HYDEN (1954): Ribonucleotide analysis of individual nerve cells. — *Nature* **174**, 128.
- HESS, A. (1955): The fine structure of young and old spinal ganglia. — *Anat. Rec.* **123**, 399—412.
- HYDEN, H. (1960): The neuron. In *The Cell* (Edited by BRACHET, J. et A. E. MIRSKY) **4**, pp. 238—248. *Acad. Press, New York and London.*

- KISZELY Gy. and BARKA T. (1958): Gyakorlati mikrotechnika és hisztokémia. (Practical microtechnics and histochemistry.) — *Medicina, Bp.* 99.
- KONECKI, J. et M. KOZUBSKA (1961): Diurnal changes in the tigroid content in motor cells of the ventral horns of the spinal cord in mice. — *Folia Morphol. Warszawa* **12**, 279—283.
- KOSHTOYANTS, CH. et J. SALÁNKI (1958): On the physiological principles underlying the periodical activity of Anodonta. — *Acta Biol. Hung.* **8**, 361—366.
- LANDSTRÖM, H. T., CASPERSSON et G. WOHLFAHRT (1941): Über den Nucleotidumsatz der Nervenzelle. — *Zeit. mikr.-anat. Forsch.* **49**, 534—548.
- LENHOSSÉK, M. (1896): Über Nervenzellstrukturen. — *Verh. Anat. Ges.* **10**, 15—21.
- MINKER, E. et A. ÁBRAHÁM (1959): The role of ganglions motility of bivalve shells. — *Acta Biol. Hung.* **9**, 219—227.
- NAGY, M. (1962): Hisztológiai vizsgálatok tavi kagylók ganglionsejtjein. (Histological examinations on the ganglion cells of fresh water mussels.) — *Morph. Ig. Orv. Szle* **1**, 29—33.
- PALAY, S. L., G. E. PALADE (1953): Fine structure of neural cytoplasm. — *J. Applied Physics* **24**, 1419—1420.
- PALADE, G. E. et K. R. PORTER (1954): Studies on the endoplasmatic reticulum. — *J. Exptl. Med.* **100**, 641—656.
- SHABADASH, A. L. et T. I. ZELINKA (1961): А. Л. Шабаш, и Зеликина и Н. Д. Аграчева 1961. Цитохимические реакции рибонуклеопротеидов митохондрий и тигроида нервных клеток в первые минуты после гамма-облучения.
- SALÁNKI, J. (1960): *Шаланки, Я.*: О зависимости медленного ритма периодической активности беззубок (*Anodonta cygnea*) от состояния сульфгидрильных групп белковых тел. Ж. общ. биол.; **21**; 229—232.
- SALÁNKI, J. (1963): The effect of serotonin and catecholamines on the nervous control of periodic activity in fresh-water mussel (*Anodonta cygnea* L.). — *Comp. Biochem. Physiol.* **8**, 163—171.
- SALÁNKI, J. et L. BALLA (1964): Ink-lever equipment for continuous recording of activity in mussels (mussel-actograph). — *Annal. Biol. Tihany* **31**, 117—121.
- SALÁNKI, J. (1965): Oxygen level as a specific regulator of the periodic activity in fresh-water mussel (*Anodonta cygnea* L.). — *Acta Biol. Hung.* **15**, 299—310.
- SELMAN, G. G. et A. JURAND (1964): An electron microscope study of the endoplasmic reticulum in newt notochord cells after disturbance with ultrasonic treatment and subsequent regeneration. — *J. Cell. Biol.* **20**, 175—183.
- SPIELMEYER, W. (1930): Technik der mikroskopischen Untersuchung des Nervensystems. — 4. Aufl. *Berlin, Springer*, 168.
- ZS. NAGY, I., KATALIN S.-RÓZSA, I. FÖLDES, L. PERÉNYI, J. SALÁNKI et MAGDA DEMETER (1965): Subcellular localization of 5-hydroxy-tryptamine in the central nervous system of Lamellibranchiates. — *J. Neurochemistry* **12**, 245—251.
- WEISS, J. M. (1953): The ergastoplasm. Its fine structure and relation to protein synthesis as studied with the electron microscope in the pancreas of the swiss albino mouse. — *J. Exptl. Med.* **98**, 607—617.

A NISSL-ANYAG MENNYISÉGÉNEK VÁLTOZÁSA A PERIODIKUS
AKTIVITÁSSAL ÖSSZEFÜGGÉSBEN *ANODONTA CYGNEA* L.
KÖZPONTI IDEGRENSZERÉBEN

Összefoglalás

Salánki János, Zs.-Nagy Imre és H. Vas Éva

Megállapítást nyert, hogy tavi kagyló (*Anodonta cygnea* L.) cerebrális, viscerális és pedális ganglionjaiban a Nissl-anyag kimutathatósága az állat periodikus aktivitásával összefüggő változást mutat: aktivitás kezdetén a sejtek döntő többsége masszív bazofiliát mutat, nyugalmi állapot kezdetén viszont csak viszonylag ritkán találhatók Nissl-anyagot tartalmazó idegsejtek.

Feltételezzük, hogy a sejt bazofiliájának az aktivitási állapottal összefüggő változása nem kísérőjelenség, hanem direkt összefüggésben van a periodikus aktivitás központi szabályozásával.

ИЗМЕНЕНИЕ ВЕЩЕСТВА НИССЛЯ В ЦЕНТРАЛЬНОЙ НЕРВНОЙ СИСТЕМЕ БЕЗЗУБКИ В СВЯЗИ С ПЕРИОДИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТЬЮ

Я. Шаланки, И. Ж.-Надь, Ева Г.-Ваш

Было установлено, что выявляемость вещества Ниссля в центральном, висцеральном и педальном ганглиях беззубки зависит от периодической активности животного; в начале активности большинство клеток обладает интенсивной базофилией, а в начале состояния покоя относительно редко встречаются нервные клетки, содержащие вещество Ниссля.

Предполагается, что изменение базофилии клеток, которое идет параллельно ритмической активности, не является сопутствующим явлением, а находится в прямой взаимосвязи с центральной регуляцией периодической активности.

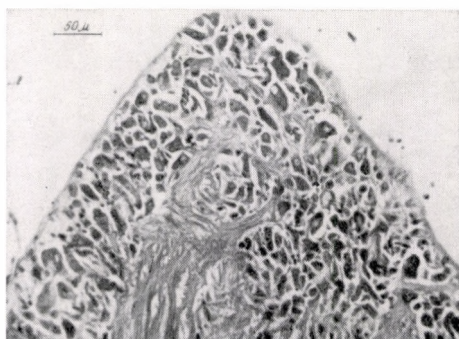


Fig. 2. Detail of cerebral ganglion at the beginning of the active state, with neurons full of Nissl substance. Susa, Kresyl violet, 252 \times

2. *ábra.* Cerebrális ganglion részlete, aktív állapot kezdetén, a Nissl-anyaggal tele levő idegsejtekkel. Susa, kresylviolet, 252 \times nagyítás

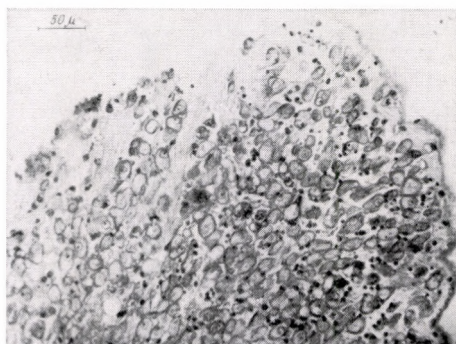


Fig. 3. Detail of cerebral ganglion at the beginning of the rest period with neurons of no stained cytoplasm. Susa, kresyl violet, 252 \times

3. *ábra.* Cerebrális ganglion részlete, nyugalmi állapot kezdetén, a nem festődött citoplazmájú idegsejtekkel. Susa, kresylviolet, 252 \times nagyítás

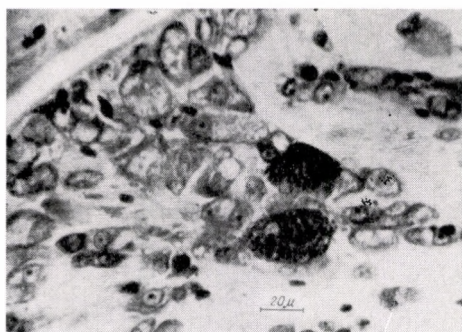


Fig. 4. Detail of cerebral ganglion at the beginning of the rest period. Cells containing conspicuously granulated Nissl substance. Susa, kresyl violet, 554 \times

4. *ábra.* Cerebrális ganglion részlete a nyugalmi állapot kezdetén. Feltűnően szemcsézett Nissl-anyagot tartalmazó sejtek. Susa, kresylviolet, 554 \times nagyítás

PROTECTING AND REACTIVATING EFFECT OF SEROTONIN ON THE HEAT-INACTIVATED HEART OF THE FRESH WATER MUSSEL

DIMITRIJ A. SAKHAROV*—TIBOR PÉCSI

Received: March 5th, 1965

The significance of serotonin as a mediator in molluscs is generally known. Many facts seem to point out that beside the mediator function this substance plays an important part also as a local hormone which is necessary for the endogenous excitation of the corresponding cells. Thus referring to the effect of serotonin exciting the cilia there is ample evidence that this substance is involved in the regulation of the automatic ciliary activity in lamellibranchiates (AIELLO 1960, GOSSELIN 1961, GOSSELIN—MOORE—MILTON 1962). The localization of serotonin in the neurons of Anodonta on the other hand points to its possible role in the process of excitation induced by neurons (ZS.-NAGY—S.-RÓZSA—FÖLDES—PERÉNYI—SALÁNKI—DEMETER 1965).

In the present study we attempted to clarify the significance of the endogenous serotonin in the automatism of the cardiac muscle in the mussel. As experimentally demonstrated, the heart subjected to the effect of high temperature which thus has stopped automatic pulsation repeatedly regained this capacity when treated with serotonin.

Method

To the experiments isolated hearts of the fresh water mussel (*Anodonta cygnea* L.) were used for whose activation and as a bath fluid a proper physiological solution was utilized (MARCZYNSKI 1959). The method of preparation has been described earlier (PÉCSI—SALÁNKI 1964). For the heat treatment of the heart hot physiological solutions were used the temperature of which was measured both before and during use. In this paper double temperature values were given: the first value indicates the temperature of the liquid at the moment of introducing into the ventricle containing the heart while the second (in parenthesis) shows the temperature to which the liquid cooled down while acting on the heart.

The period of application of the hot liquid depended on the temperature. In the case of 50 (44)—55 (47) °C the heart was kept under heat treatment for 1 minute while in the case of 70 (59) °C for 15 sec only. The hot liquid after

* Dr. SAKHAROV's address: A. N. Severtzov Institute of Animal Morphology, Academy of Sciences of USSR, Moscow, USSR.

its effect was over has been always changed for a solution of room temperature (20–22 °C).

In the course of experiments the following agents were used: serotonin creatinine sulphate, serotonin hydrogen oxalate, 5-hydroxy-*N*'-dimethyl-tryptamine (bufotenin), 5-methoxytryptamine oxalate, 5-methoxy-*N*'-acetyl-tryptamine (melatonin), tryptamine hydrochloride, 1-tryptophan, 5-hydroxy-dl-tryptophan, tyramine hydrochloride, 1-noradrenaline, histamine. The solutions made of the individual agents were applied as bath liquids.

Experiments were carried out in the months of October to January at room temperature.

Results

When the bath liquid of the isolated mussel's heart was changed for hot physiological solution a characteristic reaction appeared in the cardiac activity: frequency and tonus of pulsation increased in each case rapidly and strongly, while the amplitude as a rule decreased. With the increase of the temperature of the hot solution and of the period during which it acted on the heart the effect increased. In a liquid of 40 (36) °C the heart still could be kept without major thermal damages. The liquid of 50 (44) °C in most cases resulted already in systolic standstill of the heart which only ceased after a shorter or longer period (*Fig. 1*). The liquid of 55 (47)–57.5 (49.5) °C still more rapidly and intensively damaged cardiac activity. When the heart's activity was restored, amplitude and frequency of pulsation considerably decreased as compared to the condition previous to the heat treatment (*Fig. 1*).

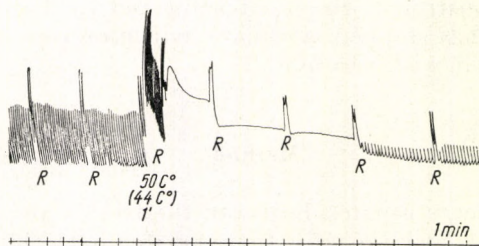


Fig. 1. Effect of 50° C physiological liquid applied for 1 minute on cardiac action
1. ábra. Az 1 perces 50 C°-os fiziológias folyadék hatása a szívnyűködésre

Treatment of the heart for 1 minute with 50 (44) °C hot physiological solution led to the reduction of the amplitude of cardiac action by 50 per cent, of the frequency by 30 per cent. At treatment for 1 minute with 55 (47) °C solution the amplitude of pulsation decreased by 65 per cent, the frequency by 30 per cent. When temperature was further increased, both the reduction of amplitude and frequency was still more explicit, until at a certain temperature maximum final standstill of the heart was obtained. The maximum temperature action after which the cardiac activity was still spontaneously restored was 67 (56) °C solution applied for 30 sec or 70 (59) °C solution applied for 15 sec.

Serotonin restored the original amplitude and frequency of the cardiac action weakened by heat treatment. Furthermore in those cases when the hearts did not begin to beat from themselves, in the case of definite temperature limits serotonin was able to induce pulsation. Serotonin concentration necessary to restore cardiac action depended on temperature and period of application of the solution used for heat treatment. The threshold of sensitivity to serotonin of the hearts was normally around 5×10^{-9} – 10^{-8} M. After heat treatment for 1 minute with 50 (44) °C bath liquid 10^{-7} M while after 55 (44)–57.5 (49.5) °C liquid application 5×10^{-7} M serotonin was needed to start again the cardiac action that came to a standstill as a consequence of the heat treatment. After a heat treatment for 15 sec with 67 (56)–70 (59) °C the heart responded with a start of pulsation to 10^{-6} M serotonin only.

During these experiments the interesting phenomenon was observed that if before the application of the hot physiological solution the heart was treated with serotonin, depending on temperature and period of application amplitude and frequency of pulsation increased, did not change or hardly, or at least suffered less damage than in the cases when the same heat treatment was applied without giving serotonin previously. Thus, when prior to the treatment with 50 (44) °C solution for 1 minute the heart was kept for a few minutes in 5×10^{-7} M serotonin solution the heat treatment except for an initial transitory phase did not stop the pulsation and in such cases even frequency and in some cases also amplitude of pulsation increased (Fig. 2).

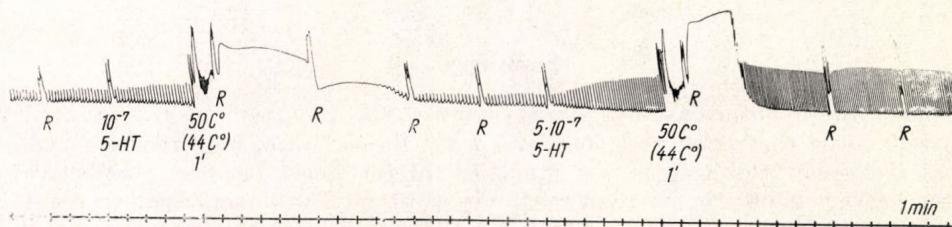


Fig. 2. Effect of 5×10^{-7} M serotonin given before the application of 1 minute 50° C physiological liquid

2. ábra. Az 1 perces 50 C°-os fiziológias folyadék applikálása előtt adott 5×10^{-7} M. serotonin hatása

Such protection from heat treatment of the cardiac action was in the overwhelming majority of cases not afforded by 10^{-8} – 10^{-7} M serotonin where as pretreatment with 5×10^{-7} – 10^{-6} M serotonin already resulted in the above mentioned protective effect.

Parallel with the investigation of the specificity of the above serotonin effects we examined also the effect of other biologically active substances. These experiments were of an informatory character.

An effect similar to the above action of serotonin was found in the case of two related compounds: tryptamine and 5-methoxytryptamine. From the point of view of effectivity, however, both compounds were about 10 times less

active than serotonin. At the same time noradrenaline, tyramine, histamine, tryptophan, 5-hydroxytryptophan, 5-hydroxy-N'-dimethyltryptamine and 5-methoxy-N'-acetyltryptamine were found to be completely ineffective even in high 10^{-4} M-concentration.

Discussion

The results obtained indicate that the pulsation of the mussel's heart brought to a standstill with proper heat treatment can be started with the application of serotonin as a bath liquid. It is evident that the action of high temperature damages the contractile apparatus of the heart muscle and the serotonin receptors to a lesser degree than the generation of rhythmic excitations. Since the latter mechanism is restored by serotonin it may be concluded that in natural generation of rhythmic impulses endogenous serotonin is deeply involved and that the standstill of the heart induced by heat treatment may be engendered among others by the disturbance of the biochemical system responsible for serotonin synthesis. On the basis of this conception the significance of the serotonin pretreatment of the heart becomes comprehensible which leads to the accumulation of serotonin in the cardiac tissue and as a result to the resistance of the heart to high temperature effects.

It may be assumed that the known effect of serotonin as a mediator of the stimulatory nervous actions exercised on the heart of molluscs (WELSH 1957, KOSHTOYANTS 1957, LOVELAND 1963, S.-RÓZSA—GRAUL 1964) is in a close connection with the function of this substance as a local hormone, since in both cases serotonin, acts on the same system, the excitable structure of the cardiac tissue.

Summary

Serotonin within certain limits restores the pulsation of the isolated mussel's heart that came to a standstill upon the action of high temperature. Heat treatment resulting in the standstill of the heart becomes ineffective if the heart is kept previously in serotonin solution. These facts seem to point out that endogenous serotonin which acts here as a local hormone may have an important part in the automatism of the mussel's heart.

Tryptamine and 5-methoxytryptamine have a similar protective effect from the heat inactivation of the heart which is, however, about 10 times less active than that of serotonin. On the other hand no such effect was observed, even in the case of high concentrations, when noradrenaline, tyramine, histamine, tryptophan, 5-hydroxytryptophan, 5-hydroxy-N'-dimethyltryptamine and 5-methoxy-N'-acetyltryptamine were applied.

REFERENCES

- AIELLO, E. L. (1960): Factors affecting ciliary activity on the gill of the mussel *Mytilus edulis*. — *Physiol. Zool.* **33**, 120—135.
 GOSSELIN, R. E. (1961): The cilioexcitatory activity of serotonin. — *J. Cell. Comp. Physiol.* **58**, 17—26.
 GOSSELIN, R. E., K. E. MOORE, A. S. MILTON (1962): Physiological control of molluscan gill cilia by 5-hydroxytryptamine. — *J. Gen. Physiol.* **46**, 277—296.

- (KOSHTOYANTS, CH. S.) *Коштоянц, X. C.* (1957): Об особенностях нервной регуляции и действия «медиаторов» у моллюсков. *Изв. АН Арм. ССР*, **10**, 13—16.
- LOVELAND, R. E. (1963): 5-hydroxytryptamine, the probable mediator of excitation in the heart of *Mercenaria (Venus) mercenaria*. — *Comp. Biochem. Physiol.* **9**, 95—104.
- MARCZYNSKI, T. (1959): The fresh-water clam *Anodonta cygnea* L. as a test object for serotonin and related compounds. — *Bull. Acad. Polon. Sci., Sér. sci. biol.* **7**, 147—150.
- PÉCSI, T., J. SALÁNKI (1964): The role of pressure in the periodical changes of cardiac action in the fresh water mussel (*Anodonta cygnea* L.). — *Annal. Biol. Tihany* **31**, 65—76.
- S.-RÓZSA K., C. GRAUL (1964): Is serotonin responsible for the stimulative effect of the extra cardiac nerve in *Helix pomatia*? — *Annal. Biol. Tihany* **31**, 85—96.
- WELSH, J. H. (1957): Serotonin as a possible neurohumoral agent: evidence in lower animals. — *Ann. N. Y. Acad. Sci.* **66**, 618—630.
- ZS.-NAGY, I., K. S.-RÓZSA, I. FÖLDES, L. PERÉNYI, J. SALÁNKI, M. DEMETER (1965): Subcellular localization of 5-hydroxytryptamine in the central nervous system of lamellibranchiates. — *J. Neurochemistry.* **12**, 245—251.

A SEROTONIN VÉDŐ ÉS REAKTIVÁLÓ HATÁSA AZ ÉDESVÍZI KAGYLÓ HÓINAKTIVÁLT SZÍVÉN

Összefoglalás

Dimitrij A. Szaharov—Pécsi Tibor

A serotonin bizonyos határokon belül helyreállítja a magas hőmérséklet hatása révén megállt izolált kagyló szív verését. A szív leállítását eredményező hőkezelés hatásatlanná válik, ha a szívet előzetesen serotoninoldatban tartjuk. Ezen tények arra mutatnak rá, hogy az endogén serotonininak, amely itt mint lokális hormon szerepel, lényeges szerepe lehet a kagyló szív automatizmusában.

A szív hóinaktivációjával szemben hasonló, de a serotoninénál kb. 10-szer kevésbé aktív védőhatással rendelkezik a tryptamin és az 5-methoxytryptamin. Viszont nem tapasztaltunk ilyen hatást még nagy koncentrációk esetén sem a noradrenalin, tyramin, histamin, tryptophan, 5-hydroxytryptophan, 5-hydroxy-N'-dimethyltryptamin és az 5-methoxy-N'-acetyltryptamin alkalmazásakor.

ЗАЩИТНОЕ И ВОССТАНОВИТЕЛЬНОЕ ДЕЙСТВИЕ СЕРТОНИНА ПРИ ТЕМПЕРАТУРНОЙ ИНАКТИВАЦИИ СЕРДЦЕБИЕНИЙ БЕЗЗУБКИ

Д. А. Сахаров и Т. Печи

Серотонин восстанавливает биения изолированного сердца беззубки, остановленного действием высокой температуры. Температурная обработка, приводящая к остановке сердца, становится неэффективной после предварительного выдерживания сердца в растворе серотонина. Эти факты рассматриваются как указание на то, что эндогенный серотонин имеет существенное значение в автоматизме сердца беззубки, выступая здесь в роли локального гормона.

Сходным защитным действием против температурной инактивации обладают триптамин и 5-метокситриптамин, но они примерно в 10 раз менее активны, чем серотонин. Не обладают защитным действием, даже в высокой концентрации, норадреналин, тирамин, гистамин, триптофан, 5-окситриптофан, 5-окси-N'-диметилтриптамин и 5-метокси-N'-ацетилтриптамин.

**FLUORESCENT-MICROSCOPIC EXAMINATION
WITH PSEUDO-ISOCYANINE ON THE NEUROSECRETORY
ACTIVITIES OF THE FRESH WATER MUSSEL
ANODONTA CYGNEA L.***

IMRE ZS.-NAGY

Received: March 5th 1965

STERBA (1961, 1964) has verified on the nervous system of a number of vertebrate species that the GÖMÖRI-positive neurosecretion which stains after oxidation metachromatically with pseudoisocyanine (PSI) (SCHEIBLER 1958) also after acid $KMnO_4$ oxidation polymerizes PSI and this polymer product on account of its intensive yellow fluorescence is highly suitable for fluorescent-microscopic examinations. According to STERBA with this method even the smallest amounts of neurosecretions, the elementary granules can be indicated. Thus also the small amounts of secretion transported along the axons and dendrites of the neurons can be readily examined whereas the same thing can not be accomplished with the usual histological methods owing to the limitations of the resolving power of the light microscope.

The neurosecretional activities of *Anodonta cygnea* are well known from literature (GABE 1955, BARANYI and SALÁNKI 1963). Our earlier electron microscopic examinations (ZS.-NAGY 1964) revealed that in the ganglions of *A. cygnea* the overwhelming majority of axons and nerve endings contains dense-core vesicles (DCV) which are morphologically completely identical with the structures generally known as elementary neurosecretory granules. A number of forms of the 1 to 4 micron size neurosecretion granules visible also under the light microscope can be observed in the cytoplasm of neurons with the electron microscope and also such structures are seen on the grounds of which it can be assumed that some sort of connection exists between the large neurosecretory granules and the dense-core vesicles. The PSI fluorescence method is presumably also suited to indicate the elementary granules on molluscs. Therefore we started investigations with this method to decide the following questions:

1. Is the PSI fluorescence method of STERBA suited to demonstrate the neurosecretory substance in the nervous system of the fresh water mussel?
2. Can there be a chemical affinity between the dense-core vesicles and the large neurosecretion granules visible also under the light microscope?
3. Can the DCV-s be regarded as identical with the elementary neurosecretory granules?

* Experimental work was performed in the Institute of Neuropathology, Academy of Medical Sciences, Moscow USSR.

Material and method

It is well known from the study of BARANYI (1964) that most neurosecretion can be found in the ganglions of *A. cygnea* during the summer months; therefore we have collected our experimental material in the month of July. Cerebral, visceral and pedal ganglions of 16 to 18 cm long *Anodonta* specimens kept in an aquarium in running Balaton water were prepared fixed in Bouin embedded into paraffin through alcohol and methylbenzoate, than $4\ \mu$ sections prepared and GÖMÖRI—BARGMANN's chromhaematoxylin-phloxin staining as well as the PSI reaction described by STERBA (1961) carried out without any modification. According to STERBA some lipids and mucopolysaccharides contain SO_3H groups at a distance of 4–5 Å right from the beginning and therefore these compounds respond metachromatically with PSI even when the acid KMnO_4 oxydation is omitted. Therefore we examined the result of the PSI-staining in the ganglions also without oxydation, as a control. The electronmicroscopic survey was conducted according to the method described in our earlier paper (ZS.-NAGY 1964).

Results

With the GÖMÖRI—BERGMANN method neurosecretory cells are found — in accordance with literary data — in all three pairs of ganglions of *A. cygnea*. These cells contain a great number of granules staining dark blue (*Fig. 1*). The number of secretory cells, however, is low as compared with the total number of cells. In the neuropile no structures containing GÖMÖRI-positive substance can be observed.

With the PSI method of STERBA we obtain fluorescence in the neurons according to the distribution of the GÖMÖRI-positive cells. The fluorescence originates from a substance of visibly granulated structure and is not missing even in the area of the nucleus. There are also cells the cytoplasm of which fluoresces only on a definite area (*Fig. 2*). The overwhelming majority of the neurons, however, shows only quite pale "back ground" fluorescence. In some cases it can be observed that this "back ground" fluorescence somewhat intensifies but even then it does not attain intensity of the fluorescence of the typical "secretory" cells (*Fig. 3*).

In the neuropile in all three pairs of ganglions strongly fluorescent structures of generally 1–5 μ diameter can be seen in a great number (*Fig. 4*). The frequency of these corresponds to the axons and nerve endings containing DCV-s and visible under the electron microscope as evidenced by the detail of neuropile shown in *Fig. 5*. The shape of the longitudinally sectioned axons is well outlined by the fluorescent substance (*Fig. 6*). Generally the axon-like structures are not restricted to the neuropile; they are also very frequent in the cortex of the ganglions, both in the environment of secretory and non-secretory cells. In some cases the structures containing PSI-positive substance are located immediately on the surface of the non fluorescent neuron (*Fig. 7*). The secretion-transporting axons can be followed both in the peripheric nerves leaving the ganglions and in the commissures.

When before staining with PSI the KMnO_4 -oxydation is omitted, no fluorescence is obtained in any of the ganglions, only in the connective tissue

capsule of the ganglions can a non specific PSI positivity be observed which presumably originates from mucopolysaccharides since the connective tissue of *Anodonta* is very rich in these (ZS.-NAGY and LÁSZLÓ 1964).

Discussion

No exact data are available on the real role of neurosecretory cells in molluscs. The seasonal change of the amount of GÖMÖRI-positive granules in the case of *Anodonta cygnea* (BARANYI 1964) seems to point out that the considerable accumulation of secretion in the neurons is closely connected with some cyclic life process of the animal. The PSI method of STERBA enables us to observe under the fluorescent microscope amounts of secretion invisible under the light microscope. According to our results this method in the case of *Anodonta cygnea*, that is also in the case of molluscs, is eminently suited for the examination of the secretory material.

With the PSI-method it can be established that the substance of the GÖMÖRI-positive granules in the cytoplasm of the secretory cells is akin to the substance ultrastructurally appearing in the form of DCV-s in the axons and nerve endings since both can be equally demonstrated with PSI. This supports our assumption derived from the electron microscopic examinations that DCV-s originate in the cytoplasm and wander along the axon to the nerve ending. The question arises, however, why a comparatively low number of secretory cells are seen when the neuropile and the nerves leaving the ganglions are very rich in axons transporting secretion. No satisfactory answer can be given to this question for the time being. Changes observed in the "back ground" fluorescence of the non-secretory cells and the fact that only parts of some cells are fluorescent allow to conclude that there may be a functional transition between the secretory and non-secretory condition of the cells. In this case it may be assumed that production of secretion also in the single cells comes to pass periodically.

Since DCV-s can be just as well indicated with PSI as the elementary neurosecretory granules, it seems that between the latter and the DCV-s beyond the morphological similarity a chemical structural affinity exists.

A further question is that concerning the function of DCV. Their being widespread in the nervous system of *A. cygnea* seems to point to high significance. It is not proved that these vesicles evacuate somewhere. The observation, however, that among the nerve endings containing DCV-s frequently such ones can be found under the electron microscope the connection of which with the neuron may be regarded as an axosomatic synapsis, may convey some information on the role of the DCV-s (ZS.-NAGY 1964). To such structure may correspond the fluorescent structure in immediate vicinity of the neuron, presented in *Fig. 7*. At the same time synaptic structures of cholinergic character only seldom occur in the ganglions (ZS.-NAGY 1964). On these grounds it seems manifest that the transmission of nerve impulse in the ganglions of *Anodonta* is realized first of all by non-cholinergic synapses and that the DCV-s represent exactly the elements of such non cholinergic synapses. Similar function is attributed to such vesicles by GERSCHENFELD (1963) in Pulmonates and by HAGADORN and co-workers (1963) in worms.

In the case of *Lampetra planeri* STERBA convincingly demonstrated (1961) that the processes of the secretory cells of the Tel-, Mes- and Diencephalon

conduct secretion to the III. chamber, the neurohypophysis, to nearly all non secretory nuclei of the Tel- and Diencephalon and the appendages of some secretory neurons even attain the Mes- and Rhombencephalon. Even STERBA himself did not explain, however, the sense of such multilateral connection of the neurosecretory cells. If it is possible that the DCV-s can represent the constituents of some non-cholinergic synapses so this may constitute also an explanation of STERBA's finding.

Summary

The PSI method of STERBA is well suited to indicate the neurosecretion of the fresh water mussel (*Anodonta cygnea*). The fluorescence observed in the cells agrees with the frequency of the GÖMÖRI-positivity obtained with the GÖMÖRI—BARGMANN method. The fluorescent structures frequently seen in the neuropile correspond to the axons and nerve endings containing dense-core vesicles and found also here under the electron microscope. On the grounds of our investigations it seems that the fluorescent substance of the cells and their processes is of the same nature. In the neuropile secretion-transporting axons very abundantly appear which verifies the high sensitivity of the PSI method. On the basis of these findings it can be stated that the DCV-s not only morphologically but also as to their chemical nature correspond to the elementary neurosecretory granules. As to the role of the DCV-s it is probable that they represent elements of non-cholinergic synaptic structures.

REFERENCES

- BARANYI, B. I. (1934): Seasonal changes of the freshwater Molluscs (*Anodonta cygnea* L.) neurosecretory activity. (Hungarian.) — *Biológiai Közlemények*, **11**, 125—130.
- BARANYI, B. I., J. SALÁNKI (1963): Studies on neurosecretion in the central nervous system of *Anodonta cygnea*. — *Acta Biol. Hung.* **13**, 371—378.
- GABE, M. (1955): Particularités histologiques des cellules neurosecretoriques chez quelques Lamellibranches. — *C. R. Acad. Sci.* **240**, 1810—1812.
- GERSCHENFELD, H. M. (1963): Observations on the ultrastructure of synapses in some Pulmonate Molluscs. — *Z. Zellforsch.* **69**, 258—275.
- HAGADORN, I. R., H. A. BERN, R. S. NISHIOKA (1963): The fine structure of the supra-oesophageal ganglion of the Rhynchobdellid Leech *Theromyzon rude*, with special reference to neurosecretion. — *Z. Zellforsch.* **58**, 714—758.
- SCHIEBLER, TH. H. (1958): Darstellung der B-Zellen in Pankreasinseln und von Neurosekret mit Pseudoisocyanin. — *Naturwissenschaften* **45**, 214.
- STERBA, G. (1961): Fluorescenzmikroskopische Untersuchungen über die Neurosekretion beim Bachneunauge (*Lampetra planeri* Bloch.). — *Z. Zellforsch.* **55**, 763—789.
- STERBA, G. (1964): Grundlagen des histochemischen und biochemischen Nachweises von Neurosekret (Trägerprotein der Oxytozine) mit Pseudoisocyaninen. — *Acta Histochem.* **17**, 268—292.
- ZS.-NAGY, I. (1964): Electron-microscopic observations on the cerebral ganglion of the fresh water mussel (*Anodonta cygnea* L.). — *Annal. Biol. Tihany* **31**, 147—152.
- ZS.-NAGY, I., M. B. LÁSZLÓ (1964): Histochemical and biochemical studies on mucopolysaccharide content of the organs of fresh-water mussel (*Anodonta cygnea* L.). — *Acta Biol. Hung.* **15**, 39—44.

FLUORESZCENS—MIKROSZKÓPOS VIZSGÁLATOK PSZEUDOIZOCIANINNAL
AZ ÉDESVÍZI KAGYLÓ (*ANODONTA CYGNEA* L.) NEUROSZEKRÉCIÓS
TEVÉKENYSÉGÉN

Összefoglalás

Zs.-Nagy Imre

STERBA PSI-módszere alkalmas az édesvízi kagyló (*Anodonta cygnea*) neuroszekretumának feltüntetésére. A sejtekben észlelt fluoreszcencia jól megegyezik a GÖMÖRI—BARGMANN módszerrel nyert GÖMÖRI-pozitivitás gyakoriságával. A neuropilben sűrűn látható fluoreszkáló képletek megfelelnek az ugyanitt elektronmikroszkóposan található dense-core vesiculákat tartalmazó axonoknak és idegvégződéseknek. Vizsgálataink alapján úgy látszik, hogy a sejtek és nyúlványaik fluoreszkáló anyaga azonos természetű. A neuropilben rendkívül gazdagon mutatkoznak szekrettransportáló axonok, ami a PSI módszer nagyfokú érzékenységét igazolja. E leletek alapján állítható, hogy a DCV-k nemcsak morfológiailag, hanem kémiai természetüket illetően is megfelelnek az elemi neuroszekréciós granuláknak. A DVC-ák szerepére vonatkozóan valószínű, hogy nem-cholinerg szinaptikus struktúrák elemeit képviselik.

ФЛЮОРЕСЦЕНТНО — МИКРОСКОПИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ
НЕЙРОСЕКРЕЦИИ БЕЗЗУБКИ (*Anodonta cygnea* L.)
С ПСЕВДОИЗОЦИАНИНОМ

И. Ж.-Надь

Метод Штербы с применением псевдоизоцианина пригоден для выявления нейросекрета беззубки. Флюоресценция, наблюдаемая в нервных клетках, соответствует частоте положительности по Гомори, при применении метода Гомори—Бергмана. Флуоресцирующие образования, находящиеся в нервопиле, соответствуют аксонам и нервным окончанием, найденным электронным микроскопом. Они содержат денскор-везикулы. На основе наших исследований можно считать флюоресцентный материал, обнаруженный в нервных клетках и их отростках, идентичными. В нейропиле обнаруживается чрезвычайно много аксонов, транспортирующих нейросекретного материала, что свидетельствует о большой чувствительности применяемого метода Штербы. На основе полученных данных можно прийти к выводу, что денскор-везикулы соответствуют элементарным нейросекреторным гранулам не только морфологически, но и химически. Что касается роли денскор-везикул они вероятно являются частью нехолинэргических структур.

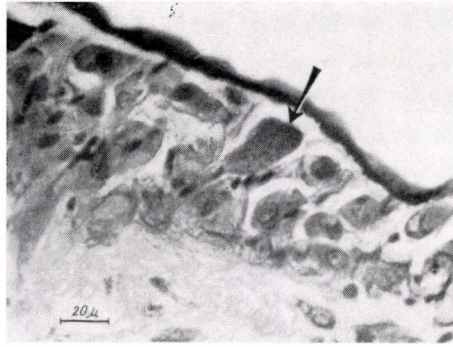


Fig. 1. Ganglion cerebrale. The arrow points to a neuron full of neurosecretion. GÖMÖRI—BARGMANN chromhaematoxylin-phloxin staining
 1. ábra. *Ganglion cerebrale.* A nyíl neuroszekretummal telt idegsejtre mutat. GÖMÖRI—BARGMANN-féle chromhaematoxylin-phloxin-festés

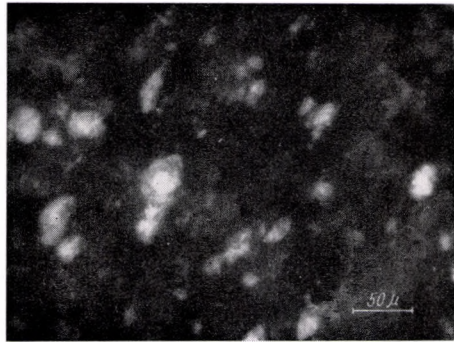


Fig. 2. Ganglion cerebrale. Neurosecretory cells. Pseudoisocyanin reaction according to STERBA
 2. ábra. *Ganglion cerebrale.* Neuroszekreciós sejtek. STERBA-féle pszeudoizocianin-reakció

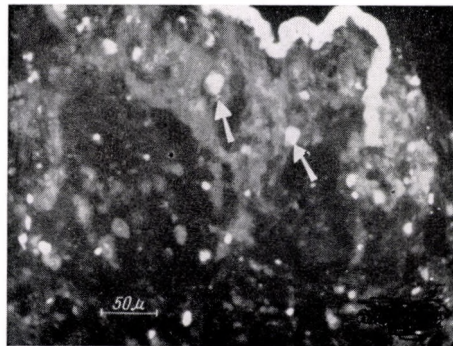


Fig. 3. Ganglion cerebrale. Neurons showing strong "back ground" fluorescence, among them some secretory cells (arrow). On the upper edge of the picture the connective tissue capsule of the ganglion is seen which gives non-specific fluorescence. PSI-reaction according to Sterba

3. ábra. *Ganglion cerebrale.* Erős „háttér”-fluoreszcenciát mutató idegsejtek, közöttük néhány szekreciós sejt (nyíl). A kép felső szélén a ganglion kötőszövetes tokja látható, mely nem-specifikus fluoreszcenciát ad. STERBA-féle PSI-reakció

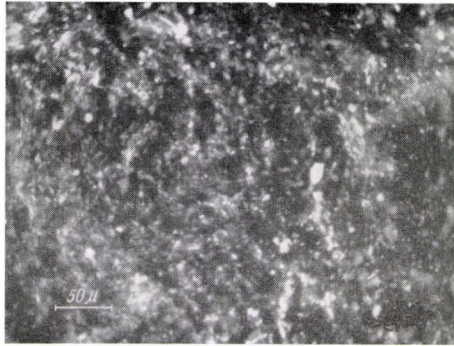


Fig. 4. Ganglion viscerale. The picture of the neuropile after STERBA's PSI reaction. The fluorescent structures correspond to axons and nerve endings

4. ábra. *Ganglion viscerale.* A neuropil képe STERBA-féle PSI-reakció után. A fluoreszkáló képletek axonoknak és idegvégződéseknek felelnek meg

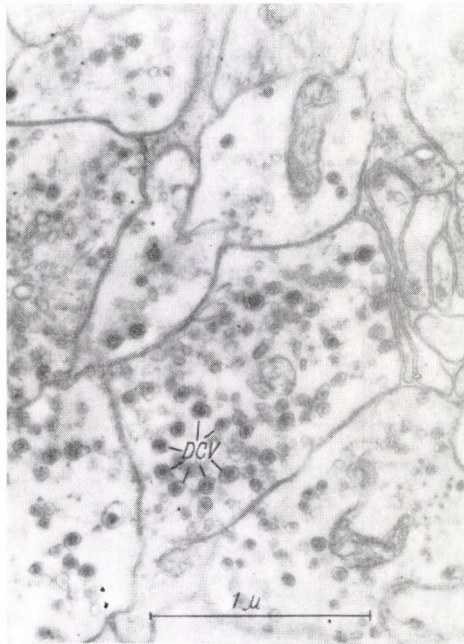


Fig. 5. Ganglion pedale. Electron microscopic picture of part of the neuropile. DCV — dense-core vesicles in the axons. OsO_4 fixation, araldite embedding, JEM 5 Y electron microscope

5. ábra. *Ganglion pedale.* Neuropil-részlet elektronmikroszkópos képe. DCV — dense-core vesiculák az axonokban. OSO_4 fixálás, araldit beágyazás, JEM 5Y elektronmikroszkóp

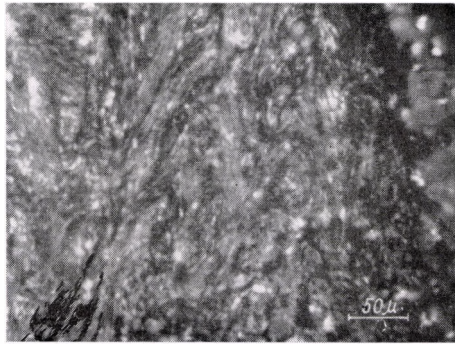


Fig. 6. Ganglion pedale. Detail of neuropile with axons sectioned for the most part longitudinally. PSI reaction according to Sterba

6. ábra. *Ganglion pedale.* Neuropil részlet túlnyomóan hosszában metszett axonokkal. STERBA-féle PSI-reakció

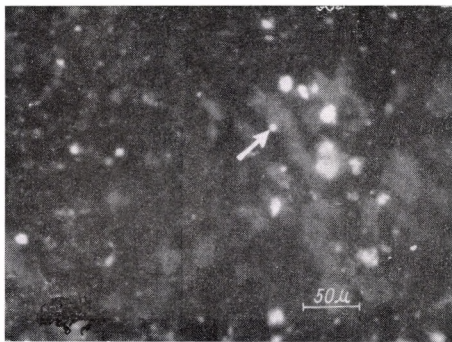


Fig. 7. Ganglion pedale. Arrow—fluorescent structure of nerve ending character on the surface of non secretory neuron. STERBA's PSI reaction

7. ábra. *Ganglion pedale.* Nyíl—idegvégződés-jellegű fluoreszkáló képlet a nem szekréción idegsejt felszínén. STERBA-féle PSI-reakció

**UNTERSUCHUNGEN AN LARVEN
VON *CHIRONOMUS PLUMOSUS* MEIG. IM BENTHOS
DES BALATONSEES IN DEN JAHREN 1964—1965**

BÉLA ENTZ

Eingegangen: 11. Mai 1965

Einleitung und Zielsetzung

Die ersten Angaben über die Bodenfauna des Balaton-Sees sind aus der Arbeit von DADAY (1897) bekannt. Jedoch wurden darin Insektenlarven nicht bearbeitet. Die ersten Daten über Chironomiden des Sees befinden sich in der Studie von LENZ (1926). Hierin wird auch zuerst *Chironomus* sp. aus der *Plumosus*-Gruppe erwähnt (1926, 140). Später bestätigten ZILAHÍ (1932) und BERCZIK (1960) das häufige Vorkommen von *Chironomus plumosus* MEIG. im Balaton-See. Das von uns gesammelte und bearbeitete Larvenmaterial wurde in systematischer Hinsicht gleichfalls vom Herrn DR. A. BERCZIK überprüft, wofür ich an dieser Stelle meinen verbindlichsten Dank äussere.

Ende der dreissiger Jahre wurden von F. GEYER und H. MANN eingehende Bodenfaunauntersuchungen durchgeführt. Leider ist jenes Material wegen der Kriegereignisse vollkommen verlorengegangen (SEBESTYÉN, 1947, 8). Die ersten quantitativen Untersuchungen an Larven von *Chironomus plumosus* wurden im Balaton-See in den Jahren 1950—1952 unternommen, jedoch nur teilweise publiziert (ENTZ, 1954). Wie daraus ersichtlich, spielen in unserem See in der Biomasse des Benthos die Chironomidenlarven, besonders die von uns behandelte Art, eine sehr bedeutende Rolle.

Um die Tätigkeit der Chironomidenlarven im Stoffumsatz des Sees näher kennenzulernen, studierte ENTZ in Laboratoriumsversuchen die Ernährung der Larven (ENTZ 1963). Anhand dieser Untersuchungen erhob sich die Frage, ob die Verteilung der im Bodenschlamm massenhaft vorkommenden *Chironomus plumosus* Larven im Balaton horizontal gleichmässig, oder in den verschiedenen Teilen des Sees abweichend ist?

Wie bekannt, sind die wasserchemischen Verhältnisse im offenen Wasser des Sees ziemlich einheitlich (ENTZ 1953, 1959; MÜLLER 1929). So waren auch in den obersten Schichten im leicht beweglichen und oft aufgewirbelten Bodenschlamm des offenen Wassers gleiche, oder wenigstens ähnliche Bedingungen zu erwarten.

Da bei der Typisierung der Gewässer dem Vorkommen und der Verteilung der Chironomidenlarven eine besondere Aufmerksamkeit gewidmet wird (GRIGORJEW 1965, SIMBALEWSKAJA 1965, SWEREWÁ 1965, THIENEMANN 1954), ergab sich die Möglichkeit, auf Grund der Chironomidenlarven im offenen Wasser unseres Sees eventuell verschiedene abweichende »Areale« (Subbiotope) zu unterscheiden. Diese Erwägung scheint nach IWANOWA (1965) und SPURIS (1959) auch im flachen Balatonsee berechtigt zu sein. Anhand dieser Kenntnisse können gelegentlich Rückschlüsse auf den Trophiegrad der verschiedenen

Balaton-Teile gezogen werden (vgl. GRANDILEWSKAJA --DEKSBACH 1965, SOLOTAREWA 1965). Die erwähnten Untersuchungen baten gleichzeitig eine gute Möglichkeit zu Wachstumsuntersuchungen der untersuchten Larven dar.

Methodik

Von September 1964 bis Mai 1965 nahmen wir mit dem EKMAN—BIRGE Bodengreifer an verschiedenen Stellen des Balatonsees (*Abb. 1.*) quantitative Proben. Vom Material werden in der vorliegenden Arbeit nur die *Chironomus plumosus* Larven behandelt alle andere Angaben werden später veröffentlicht. An den einzelnen Sammelstellen wurden je 10 Bodenproben entnommen, wobei die Zahl der gesammelten Larven meistens einige hunderte erreicht hatte. Die Proben wurden an Ort und Stelle ausgesiebt (Kupferdrahtsieb 21×30 cm, Maschenweite 1 mm^2). Aus der Streuung der gewonnenen Daten der einzelnen Proben konnte ermittelt werden, ob eine einwandfreie Feststellung der Larvenzahl/ m^2 genügend gesichert sei. Falls es notwendig schien, wurden noch weitere 10—40 Proben entnommen. Letzteres kam aber selten vor, da die Larvenverteilung im Bodenschlamm meistens recht gleichmässig war.

Larvenlänge und Gewicht wurden im lebenden Zustand, aber erst später bestimmt, nachdem die Tiere 3 Tage in reinem Balatonwasser gehalten und so von ihrem Darminhalt fast vollkommen befreit waren (Vgl. ENTZ 1963).

Resultate

Zahl der Larven in den verschiedenen Seeteilen.

Um die quantitativen Verhältnisse in verschiedenen Teilen des Sees feststellen zu können, schien die Zeit von Ende October bis Anfang Dezember recht gut geeignet zu sein. Während dieser Zeitdauer fand weder ein nennenswertes Absterben der Larven, noch ein Ausschwärmen von Imagines statt. Dabei waren alle Larven von bedeutender Grösse (16—30 mm), so dass die Auslese des Materials schnell und mit grosser Genauigkeit durchgeführt werden konnte. Die Ergebnisse sind in der *1. Tabelle* und in der *1. Abb.* angegeben. Wie schon früher bekannt war, treten Larven in der Nähe des Südufers im sandigen Boden nur vereinzelt auf. Ab einer Uferentfernung von etwa 1000 m ist aber im sandigen Schlamm Boden ihre Verteilung fast bis zum Nordufer, also vertikal auf die Längsachse des Sees, ziemlich gleichmässig, jedoch waren im See parallel mit der Längsachse sehr auffallende Unterschiede feststellbar.

So war die Individuenzahl im ganzen NO-Becken sehr gering (5—36 Exemplare/ m^2), was mit unseren früheren Beobachtungen vom Winter 1962/63 in Einklang stand. Im SW-Becken wuchs dagegen die Zahl vom Tihanyer Ufer auffallend schnell und erreichte in einer Uferentfernung von etwa 1000 m bedeutende Werte über 500 Ind/ m^2 , und etwa 2 km vom Ufer entfernt schon beinahe 1000 Ind/ m^2 .

Weiter schwankte die Larvenzahl in südwestlicher Richtung etwa bis Ábrahámhegy zwischen 900 und 1200. Die südwestlich von Badacsony, aber noch ausserhalb der Bucht von Keszthely entnommenen Proben waren etwas ärmer an Chironomiden-Larven (500—700 Ind/ m^2). Vor Keszthely, in der Bucht selbst, ergaben sich wieder ausgesprochen niedrige Werte (70—90 Ind/ m^2).

Tabelle 1 — 1. Táblázat

Verteilung der Chironomus plumosus Larven in den verschiedenen Seeteilen
(Durchschnittswerte: Individuenzahl/m²)
Chironomus plumosus lárvák megoszlása a tó különböző területein
(Átlagértékek: egyedszám/m²)

	September	November	Mai
Akarattya o. W. (= offenes Wasser)	—	36	—
Almádi-Fűzfő o. W.	—	36	5
Szabadi o. W.	—	18	—
Zamárdi Seemitte	3	5	5
Tihany 50 m vom Südufer	—	89	—
Tihany 200 m vom Südufer	—	411	—
Tihany 1000 m vom Südufer	—	655	—
Órvényes Seemitte	—	944	—
Kilián o. W.	1900	1144	510
Ószöd 200 m vom Ufer	—	0,1	—
Ószöd 400 m vom Ufer	—	215	—
Ószöd 1800 m vom Ufer	—	933	—
Ószöd-Akali Seemitte	—	977	356
Akali 1800 m vom Ufer	—	1150	—
Akali 400 m vom Ufer	—	1078	—
Zánka o. W.	—	989	—
Szepezd o. W.	1386	1161	—
Révfülp o. W.	—	11	—
Ábrahám Seemitte	711	833	—
Szigliget Seemitte	524	511	148
Balatonmária o. W.	—	700	—
Balatongyörök Seemitte	—	89	—
Bucht von Keszthely Seemitte	—	70	24

Zum Vergleich sind in der 1. Tabelle auch Werte von September und Mai aufgezeichnet, die im Wesentlichen auf eine ganz ähnliche Verteilung der Larven hinweisen.

Wie aus der Literatur bekannt, sind bei der räumlichen Verteilung der untersuchten Larven verschiedene äussere Faktoren von grosser Bedeutung. Das Licht, das bei der Verbreitung vieler Chironomidenlarven eine wesentliche Rolle spielt (LUFEROW 1965), kann bei der untersuchten Art kaum eine Bedeutung haben, da es sich hier um eine in den Bodenschicht lebende Form handelt. Die Tiefe beeinflusst die Zahl und die Entwicklungsdauer der Larven in erster Linie bei grösseren Wassertiefen, wo meistens auch mit niedrigen Temperaturen zu rechnen ist (BORUTZKIJ 1939, LJACHOW 1954, SCHLOWA 1960). Auch in dieser Hinsicht kann also im offenen Wasser des seichten Balaton mit keinen wesentlichen Unterschieden gerechnet werden, womit die ungleiche Verteilung der Chironomidenlarven zu erklären wäre. Wahrscheinlich ist hierbei die Bodenbeschaffenheit der wichtigste Faktor. Auf deren Bedeutung haben u. a. schon FORD (1962), KAJAK (1959), LUFEROW (1960), SCHARONOW (1951) und SCHLOWA (1958) hingewiesen.

In der Ausbildung der ungleichen Populationsdichte können verschiedene Faktoren z. B. Bodenkonsistenz (Wassergehalt, Festigkeit), Korngrösse, Gehalt an organischen Stoffen und an Bakterien von sehr grosser Bedeutung sein. SCHARONOW (1951) hat zum Beispiel darauf hingewiesen, dass im Sewan-

See die Zahl und die Biomasse der *Chironomus plumosus* Larven in 0–10 m Tiefe im sandigen Schlamm maximal ist, im schlammigen Sand dagegen weniger Exemplare vorkommen und die Larven in reinem Sand nur vereinzelt vorkommen oder vollkommen fehlen. Ähnliche Gegebenheiten konnten im Balaton quer auf die Längsachse auch festgestellt werden.

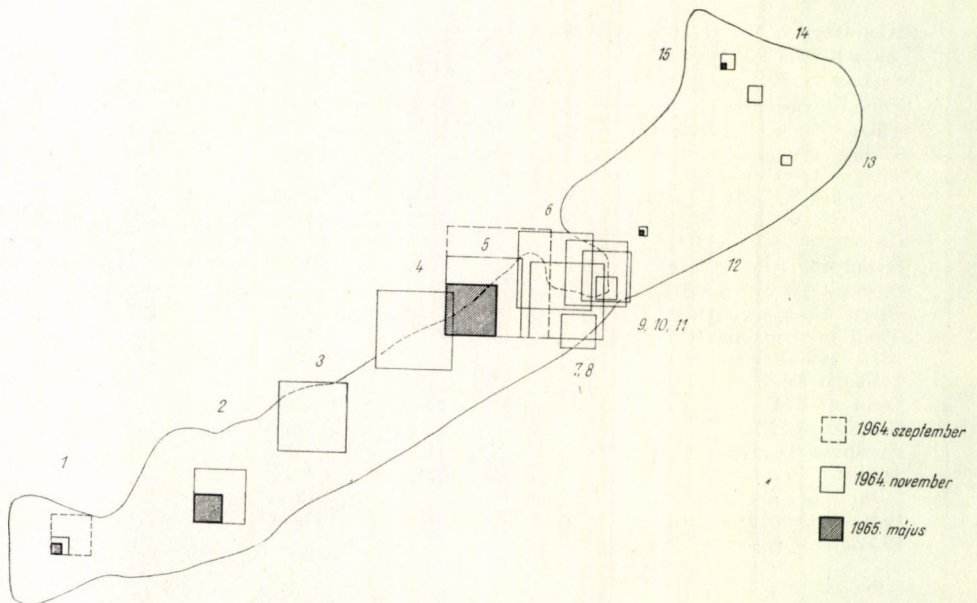


Abb. 1—1. ábra. 1. Bucht von Keszthely, Seemitte; 2. Szigliget — Seemitte; 3. Ábrahám-hegy — Seemitte; 4. Szepezd, offenes Wasser (= o. W.); 5. Akali-Seemitte; 6. Örvényes — Seemitte; 7. Öszöd — Seemitte; 8. Öszöd, o. W., 9. Tihany, 1000 m vom Südufer; 10. Tihany 200 m vom Südufer; 11. Tihany 100 m vom Südufer; 12. Zamárdi — Seemitte; 13. Szabadi, o. W.; 14. Akarattya — Seemitte; 15. Almádi—Fűzfő o. W.; Bucht von Keszthely = Keszthelyi öböl; Seemitte = tóközép; offenes Wasser = o. W. = nyíltvíz; vom Südufer = a déli parttól

Die bedeutenden Unterschiede in der Besiedlungsdichte der beiden Seeteile (Nordostbecken und Südwestbecken), sowie die grossen Differenzen innerhalb des Südwestbeckens, können aber damit nicht erklärt werden.

Korngrösseuntersuchungen des Bodenschlammes ergaben, dass dort, wo der Anteil ganz feiner Schlammteilchen maximal war, auch die Larvenzahl einen Höhepunkt erreichte. Ganz feine Teilchen (Durchmesser $< 0,005$ mm) kamen im Schlamm an verschiedenen Stellen der Bucht von Keszthely nur in geringen Mengen vor (0,36–4,1%). Hier war auch die Larvenzahl gering. Dagegen stieg der Anteil feinsten Schlammteilchen in der Richtung Akali bis auf 12,1%, wo auch die Larven am reichlichsten vorkamen. In Tihany war der Prozentsatz feinsten Teilchen auch bedeutend (11,46%), es kamen hier aber auch gröbere Körnchen in nennenswerter Menge vor (0,05–0,1 mm = 22,66%). Im Tihanyer sandigen Boden kamen wieder wenige *Chironomus*-Larven vor, und gleiche Verhältnisse befanden sich bei Fűzfő, wo zugleich auch der Pro-

zentanteil feinsten Teilchen sehr zurückging. (Vgl. *Tab. 2.*) Diese bisher beobachteten Zusammenhänge sollen in der Zukunft noch ausführlich untersucht werden.

Tabelle 2 — 2. Táblázat

Zusammensetzung des Schlammes nach Korngrösse
Üledékminta szemnagyság szerinti összetétele (%)

	Keszthely	Szigliget	Akali	Tihany	Füzfő
>0,1 mm	1,21	2,64	1,00	0,87	6,19
0,05 —0,1 „	6,03	1,11	5,01	22,66	3,19
0,01 —0,05 „	90,12	90,73	66,89	55,95	82,48
0,005—0,01 „	1,20	3,35	15,04	9,06	3,32
<0,005 „	1,43	2,17	12,06	11,46	4,82

Die Anhäufung allerfeinsten Schlammersedimente in den mittleren Teilen des Sees kann vielleicht mit dessen Strömungsverhältnissen erklärt werden. Jedoch steht diese Frage noch offen.

Bemerkenswert ist die interessante Feststellung von FELFÖLDY (1963), dass bei horizontalen Messungen der Intensität der Photosynthese die höchsten Werte gleichfalls in den mittleren Teilen des Sees gefunden wurden. Intensive Photosynthese, maximale Biomasse von *Chironomus plumosus* Larven und hoher Gehalt an allerfeinsten Schlammteilchen deuten zusammen auf einen höheren Trophiegrad der erwähnten Teile des Balaton hin (Vgl. POTONÉ, 1931).

Populationsdynamische Untersuchungen an Chironomus plumosus Larven in der Umgebung von Akali

Vor Akali wurden im Balaton von September 1964 bis Mai 1965 periodisch Benthosproben entnommen, um die Zahl, die Länge und das Gewicht der innerhalb einer Oberflächeneinheit befindlichen Larven zu bestimmen. Die Resultate sind in der 2. Abb. dargestellt.

Wie hieraus ersichtlich, nimmt die Zahl der Larven anfänglich stark, später schwächer ab. Die Verringerung der Larvenzahl kann während der Untersuchungsperiode grösstenteils mit Fischfrass erklärt werden (Vgl. LELLÁK 1957) da während dieser Zeit weder ein bedeutendes Absterben der Larven, noch ein Ausschwärmen von Imagines festgestellt werden konnte. Einige Forscher sind der Meinung, dass ein Auffressen durch Fische in der Zahlverringerung von Chironomidenlarven praktisch keine Bedeutung hat. Diese Behauptung scheint besonders in Seen mit grösserer mittlerer Tiefe berechtigt zu sein (Vgl. SCHÄPERCLAUS 1943, KAJAK 1959). Dagegen behaupten ASSMAN (1960, 1961), HAUTAGE (1962) und SOKOŁOWA (1959), dass die Fische, besonders in untiefen Fischteichen, in der Regulierung der Larvenzahl eine wesentliche Rolle spielen. In unserem See scheint die letztere Auffassung annehmbar zu sein.

Der im Balatonsee in grösster Menge vorkommende Fischart ist der Brachsen, dessen Individuenzahl auf rund 30 000 Ind/km² geschätzt werden kann (Vgl. ENTZ 1954). Die im Untersuchungsgebiet in Oktober-November an Brachsen durchgeführten Darminhaltuntersuchungen ergaben, dass die

Nahrung mittelgrosser Fische fast ausschliesslich aus Larven von *Chironomus plumosus* bestand. Weil die Zahl der verschlungenen Larven im Durchschnitt je Exemplar 200—300 ausmachte, konnte, eine Darmdurchgangszeit von 2 Tage vorausgestellt die Zahl der pro km² täglich gefressene *Chironomuslarven* auf 3 400 000 geschätzt werden, was eine Verringerung der Larvenzahl von 3 Exemplare /m²/ Tag bedeuten würde. Diese Zahl kann nur für Schätzung dienen, interessant ist jedoch, dass die tatsächliche tägliche Verringerung der

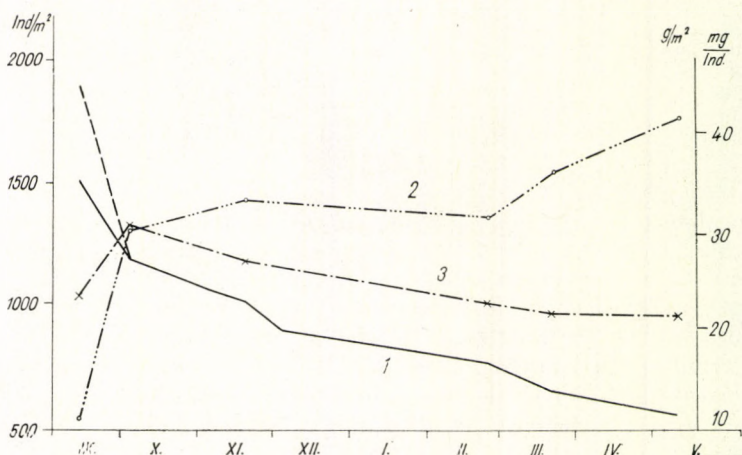


Abb. 2—2. ábra. 1. Larvenzahl/m²; 2. Mittelgewicht der Larven in mg; 3. Biomasse der Larven pro m² in gramm. Sammelstelle Akali.-Kiliántelep. 1. Lárvák száma m²-ként; 2. Lárvák közepes súlya mg-ban; 3. Biomassza m²-ként grammokban. Gyűjtőhely: Akali-Kiliántelep

Larven im Untersuchungsgebiet von Anfang Oktober bis Beginn Dezember diesen Hypothesen recht gut entspricht. So scheint hier in der Verringerung der *Chironomus*-Population Fischfrass, hauptsächlich Brachsenfrass am bedeutendsten zu sein.

Wenn wir die September-Population näher analysieren, können die Larven nach ihrer Farbe in zwei Gruppen eingeteilt werden. Die kleineren, dementsprechend wahrscheinlich jüngeren Tiere sind hellrot, die grösseren, älteren dagegen dunkelrot. In Zusammenhang mit der raschen Abnahme der Individuenzahl zu dieser Zeit, und mit den beobachteten *Chironomus*-Imagines in der zweiten Hälfte von September, kann hier mit einem Ausschwärmen der grösseren Exemplare gerechnet werden (Abb. 2.).

Die Biomasse der Gesamtpopulation der Larven pro m² nimmt dabei nicht ab, weil inzwischen ein starker Zuwachs der jungen und inzwischen dunkelrot gewordenen Larven (POTONIÉ, 1931) die Verluste weitgehend kompensiert. Hier und auch im Weiteren kann eine gewisse Parallelität zwischen unseren Ergebnissen und den Resultaten von KONSTANTINOW (1958a, 1958b), GRANDILEWSKAJA—DECKSBACH (1935) und SCHARONOW (1951) beobachtet werden. Im Sewan-See, der gleich dem Balaton zum mesotrophen Typ gehört, konnte SCHARONOW (1951) z. B. ein ähnliches Heranwachsen der Larven beobachten.

Aus Abb. 3 geht noch hervor, dass das Längenwachstum auch in den Wintermonaten fortgesetzt wird, von etwa Mitte März aber sozusagen zum

Stillstand kommt. Ihr Gewicht betreffend konnten wir aber im Winter keinen Zuwachs feststellen (KONSTANTINOW 1958b). Der aus der 2. Abb. ablesbare Rückgang des mittleren Gewichtes der gleichlangen Larven von Dezember bis März ist wahrscheinlich damit zu erklären, dass die Gewichtsmessung im

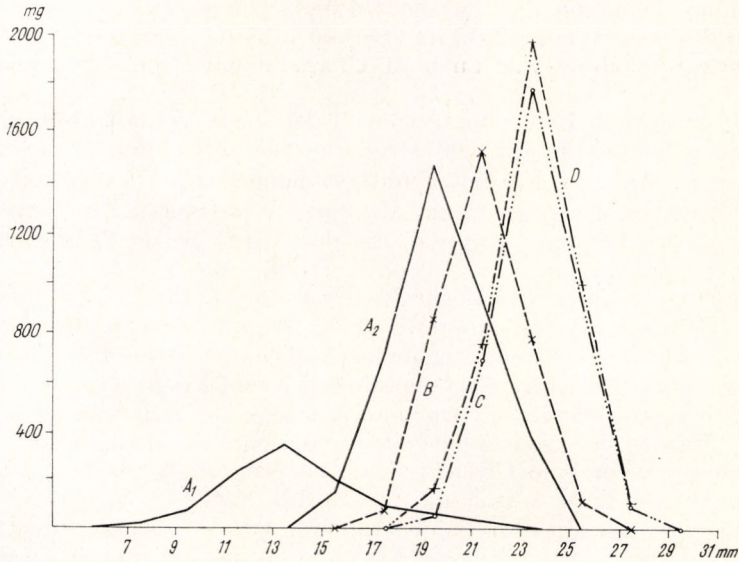


Abb. 3-3. ábra. Biomasse der zu den einzelnen Grössengruppen (in mm) gehörenden Larven (in mg). A₁: 14-9-1964, junge Larven (Mittellänge 12,7, Mittelgewicht 11,3); A₂: 14-9-1964, alte Larven, kurz vor dem Ausschwärmen (Mittellänge 19,2, Mittelgewicht 28,6); B: 20-11-1964, überwinternde Larven (Mittellänge 21,3, Mittelgewicht 33,3); C: 15-3-1965, überwinternde Larven (Mittellänge 23,4, Mittelgewicht 36,2); D: 11-5-1965, alte Larven (Mittellänge 23,3, Mittelgewicht 41,8).

Az egyes hosszúsági csoportokhoz (mm) tartozó lárvák biomaszája (mg): junge Larven = fiatal lárvák; alte larven = öreg lárvák; Mittellänge = átlaghossz; Mittelgewicht = átlagsúly; überwinternd = áttelelő

Dezember an frisch eingebrachtem Material, diejenige in März und Mai aber an 3 Tage in frischem Wasser aufbewahrten, hungrigen Exemplaren durchgeführt wurde. Interessant ist die eindeutige bedeutende Gewichtszunahme der einzelnen Längengruppen von März bis Mai. Die im Herbst ausschwärmende Generation war bedeutend kleiner (Mittelgewicht 28,6 mg) als die Frühjahrs-generation (41,8 mg) (Abb. 3.).

Zusammenfassung

Die Larven von *Chironomus plumosus* spielen im Benthos des Balaton eine sehr wichtige Rolle und gelten mengenmässig (Biomasse) für sehr bedeutende Fischnährtiere.

Um die Verteilung und Schwankung der betreffenden Larvenzahl im Balaton horizontal und in den verschiedenen Jahreszeiten kennenzulernen, nahmen wir im offenen Wasser an verschiedenen Stellen des Sees (Abb. 1.)

im Zeitraum September 1964—Mai 1965 quantitative Proben vor. Unsere Arbeit ergab folgende Ergebnisse:

1. In der Mitte des Sees (Umgebung von Akali und Zánka) konnte die grösste Zahl (bis 1900 Ind/m²) grosser *Chironomus plumosus* Larven (über 14 mm Länge) beobachtet werden. Von dort ausgehend war bis zur Bucht vor Keszthely in südwestlicher und bis zur Halbinsel von Tihany in nordöstlicher Richtung eine Abnahme der Larvenzahl feststellbar (*Tab. 1, Abb. 1.*). Im NO-Becken des Sees war die Zahl der Larven allgemeiner gering (5—40 Ind/m²). Eine ähnliche Abnahme war auch in Ufernahe beim Südufer (Sandstrand) vorhanden.

Diese eigenartige Erscheinung ist von den Tiefenverhältnissen unabhängig und kann vielleicht mit der strömungsbedingten Bodenbeschaffenheit erklärt werden. Anhand Korngrösseuntersuchungen war der Anteil feinsten Schlammeilchen im zentralen Gebiet des Sees — wo maximale Larvenzahlen festgestellt werden konnten — gross, und der Anteil grober Sedimente gering (*Tab. 2.*)

2. Ab September sank die Zahl der erwähnten Larven überall allmählich (*Abb. 2.*) jedoch blieb ihre gesamte Biomasse infolge vom Heranwachsen der einzelnen Larven bis Winterende fast gleich. Nach unseren Erwägungen kann die Abnahme der Larvenzahl grundsetzlich von Fischfrass abhängig sein.

3. Nach einem starken allgemeinen Zuwachs der Individuen im Herbst, konnte im Winter bei gleichbleibendem Gewicht ein Längenzuwachs, im Frühjahr dagegen nur eine Gewichtszunahme festgestellt werden.

4. Im Durchschnitt waren die im Herbst ausschwärmenden Imagines wesentlich kleiner als die Frühjahrexemplare. Diese Erscheinung steht mit Beobachtungen an anderen balatoner Tieren in den verschiedenen Jahreszeiten gut im Einklang. (SEBESTYÉN 1955).

5. Die Farbe der Larven war im Herbst bei einer Länge von 17—18 mm hellrot, ab einer Grösse von etwa 20 mm dunkelrot. Vor dem Schlüpfen wurden die Farben der Larven noch auffallend dunkler.

LITERATUR

- ASSMAN, A. V. (1960): Veränderungen in der Ergreifbarkeit von Chironomidenlarven für Fische. (Russisch) — *Iswest. ANSSSR Ser. Biol.* **5**, 670—685.
- ASSMAN, A. V. (1961): Über die Ergreifbarkeit der Chironomidenlarven für Fische. (Russisch) — *Trudy Sowestschanije* **13**, 361—363.
- BERCZIK, Á. (1960): Faunistische Übersicht der bis jetzt bekannten Chironomiden des Balaton-Sees. — *Annal. Univ. Sci. Budapest Sect. Biol.* **3**, 69—73.
- BORUTZKIJ, JE. V. (1939): Dynamics of the biomass of *Chironomus plumosus* in the profundal of Lake Beloje. — *Arb. d. Biol. Stat. Kossino* **22**, 156—195.
- DADAY, E. (1897): Die Fauna des Balatonsees: Crustaceen. — *R. W. E. B.* II. **Tl. 1**, 163—193.
- ENTZ B. (1953): Horizontális kémiai vizgálatok 1950 és 1952 nyarán a Balaton külön-böző biotópjaiban és néhány beömlő patak torkolatánál. — *Annal. Biol. Tihany* **21**, 29—48.
- ENTZ B. (1954): A Balaton termelésbiológiai problémái. — *MTA Biol. Osz. Közl.* **5**, 433—461.
- ENTZ, B. (1959): Chemische Charakterisierung der Gewässer in der Umgebung des Balatonsees (Plattensees) und chemische Verhältnisse des Balatonwassers. — *Annal. Biol. Tihany* **26**, 131—201.
- ENTZ, B. (1964): Ernährungs-Untersuchungen an Chironomiden des Balaton I. — Quantitative Ernährungs-Untersuchungen an Larven von *Chironomus plumosus* L. — *Annal. Biol. Tihany* **31**, 165—175.

- FELFÖLDY, L. (1963): A klorofill-mérés módszertani és elvi kérdései balatoni eredményekkel kapcsolatban. Methods and results of chlorophyll estimation in Lake Balaton. — *Annal. Biol. Tihany* **30**, 137—165.
- FORD, J. B. (1962): The vertical distribution of larval Chironomidae (Dipt.) in the mud of a stream. — *Hydrobiologia* **19**, 262—272.
- GRANDILEWSKAJA-DECKSBACH, M. (1935): Materialien zur Chironomidenbiologie verschiedener Becken (Zur Frage über die Schwankungen der Anzahl und der Biomasse der Chironomidenlarven). — *Arb. Limnol. Stat. Kossino* **19**, 148—182.
- GRANDILEWSKAJA-DECKSBACH, M. L. (1965): Über die Ökologie der Chironomiden und deren Bedeutung in der Produktivität der Gewässer des Ural. (Russisch) — *Woprosy Hidrobiologii Isd. Nauka Moskwa*, 104—105.
- GRIGORJEW, B. F. (1965): Chironomidenlarven aus dem südlichen Bug. (Russisch) — *Woprosy Hidrobiologii Isd. Nauka Moskwa*, 108—109.
- HAUTAGE, E. (1962): Untersuchungen an Chironomiden aus Karpfenteichen. — *Arch. f. Hydrobiol.* **58**, 309—338.
- IWANOWA, A. I. (1965): Mosaikartige Verbreitung von Chironomidenlarven an Uferabschnitten mit gleichmäßigem Boden (In erster Linie im Rybinsk-Stausee). (Russisch) — *Woprosy Hidrobiologii Isd. Nauka Moskwa*, 184.
- KAJAK, Z. (1959): Tendipedidae bentosowe środowisk śród iprzyrzecznych kródkowego biegu Wisły. — Benthic Tendipedidae in river environments connected with the river in the central reaches of the Wistula. — *Ekol. Polska Ser. A* **7**, 391—434.
- KONSTANTINOW, A. S. (1958a): Wachstumstypen bei Chironomidenlarven (Russisch) — *Dokl. Akad. Nauk* **120**, 1151—1154.
- KONSTANTINOW, A. S. (1958b): Einfluss der Temperatur auf die Wachstumsgeschwindigkeit und Entwicklung bei Chironomidenlarven. (Russisch) — *Dokl. Akad. Nauk* **120**, 1362—1365.
- LELLÁK, J. (1957): Der Einfluss der Fresstätigkeit des Fischbestandes auf die Bodenfauna der Fischeiche. — *Z. f. Fischerei* **6**, 621—633.
- LENZ, FR. (1926—1927): Chironomiden aus dem Balatonsee. — *Arch. Balatonicum* **1**, 129—144.
- LJACHOW, S. M. (1954): Zahl der Generationen von Tendipes (Diptera, Tendipedidae) in Kolchosteichen im Kreis Kujbischew. (Russisch) — *Dokl. Akad. Nauk* **95**, 1113—1115.
- LUFEROW, W. P. (1960): Relationship of the larvae of Ablabesmyia and Procladius (Tendipedidae) to inorganic factors in the environment. — *Bjull. Inst. Biol. Wodochronilischtsch* **6**, 33—37.
- LUFEROW, W. P. (1965): Die Rolle des Lichtes in der Verbreitung der Tendipedidenlarven in den Gewässern. (Russisch) — *Woprosy Hidrobiologii Isd. Nauka Moskwa* 264—265.
- MILLER, R. B. (1941): A contribution to the ecology of the Chironomidae of Costello Lake Algonquin Park. — *Ontario Univ. Toronto Stud. Biol. Ser.* **49**, 1—61.
- MUNDIE, J. H. (1955): On the distribution of Chironomidae in a storage reservoir. — *Verh. Int. Limnol.* **12**, 577—582.
- MÜLLER, S. (1929): A Balaton vizének vegyelemzése. — *Magy. Biol. Kut. Munk.* **2**, 145—156.
- POTONIÉ, H. (1931): Untersuchungen über die Entwicklung und den Jahreszyklus von Chironomus plumosus L. — *Z. f. Fischerei* **29**, 317—358.
- SCHARONOW, I. W. (1951): Tendipedidenlarven aus dem Sewan-See. Biologie und Biomasse. (Russisch) — *Arb. d. Biol. Stat. am Sewan-See* **12**, 35—91.
- SCHÄPERCLAUS, W. (1943): Der Einfluss verschiedener Faktoren auf die Mengenfaltung der Chironomidenlarven am Teichboden. — *Arch. f. Hydrobiol.* **40**, 493—524.
- SCHLOWA, A. I. (1958): Materialien zur Biologie der Zuckmücke (Tendipes Mg.) aus dem Rybinsk Stausee. (Russisch) — *Arb. d. Biol. Stat. Borok* **3**, 250—258.
- SCHLOWA, A. I. (1960): Über die jahreszeitliche Veränderung der Population von Tendipes plumosus L. und Tendipes tentans F. aus dem Rybinsk Stausee. (Russisch) — *Arb. aus der Biol. Stat. Borok* **6**, 129—142.
- SEBESTYÉN, O. (1947): Cladocera studies in Lake Balaton I. Mud-living Cladocera and muddy bottom as environment. — *Arch. Biol. Tihany* **17**, 1—16.
- SIMBALEWSKAJA, L. N. (1965): Phitophile Chironomidenlarven aus dem mittleren und unteren Abschnitt des Dnjepr-Flusses und der Dnjepr-Limane. (Russisch) — *Woprosy Hidrobiologii, Isd. Nauka Moskwa* 176—177.

- SOKOŁOWA, N. JU. (1959): Jahreszeitliche Dynamik der Tendipedidenlarven vom Utschinsk-Stausee. (Russisch) — *Tr. VI. Soveschtsch. Wnutr. Wod.* 287—291.
- SOLOTAREWA, W. I., I. P. LUBJANOW (1965): Verbreitung der Chironomidenlarven im Dnjeprrowsk-Stausee, mit besonderer Berücksichtigung der wirtschaftlichen Bedeutung. (Russisch) — *Woprosy Hidrobiologii Isd. Nauka Moskwa* 177—178.
- SPURIS, S. D. (1959): The feasibility of developing a typology of the lakes of the Latvian SSR based on results of chironomid larvae investigation. — *Tr. Inst. Biol. AN Latw. SSR* 8, *Ryb. Hos.* 3, 137—143.
- SWEREW, O. S. (1965): Die Verbreitung der Chironomidenlarven im Petschora-Einzugsgebiet. (Russisch) — *Woprosy Hidrobiologii Isd. Nauka Moskwa* 169—170.
- THIENEMANN, A. (1954): Chironomus. — *Die Binnengewässer* 20, pp. XVI + 834.
- ZILAHY-SEBESS, G. (1931): Chironomiden-Studien. — *Magy. Biol. Kut. Munk.* 5, 77—84.

VIZSGÁLATOK A BALATON BENTHOSZÁBAN *CHIRONOMUS PLUMOSUS* MEIG. LÁRVÁKON 1964—1965-BEN

Összefoglalás

Entz Béla

A *Chironomus plumosus* lárvái a Balaton benthoszában jelentős szerepet játszanak és mennyiségileg (biomassza) a halak táplálkozásában igen fontosak.

Abból a célból, hogy a vizsgált árvaszűnyöglárvák számának horizontális megoszlását és évszakos ingadozását megismerjük, a tó különböző részein mennyiségi mintákat vettünk. Eredményeinket a következőkben foglalhatjuk össze:

1. A tó középső területein (Akali-Zánka térségében) volt a nagytermetű — 14 mm-nél nagyobb — lárvák egyedszáma a legmagasabb. Innen kiindulva mind délnyugatra a Keszthelyi-öböl felé, mind pedig északkeletre a Tihanyi-félszigetig a lárvaszám csökkent (1. táb., 1. ábra). Az északkeleti medencében a lárvaszám mindenfelé alacsony volt (5—10 ind/m²). Hasonló számbeli csökkenést a déli part felé (homokos talaj!) is észleltünk.

Ez az érdekes jelenség a tó mélységi viszonyaitól teljesen független és talán a tavi áramlások következtében kialakult üledékviszonyokkal magyarázható. Szemcsenagyságvizsgálataink tanulsága szerint éppen a tó középső területein — tehát ahol a lárvaszám maximális — a finom iszaprészekké hányada az üledékben nagy, a durva részecskéké viszont csekély (2. táb.).

2. Noha a vizsgált lárvák száma szeptembertől mindenfelé csökkent, az összbiomassza az egyes példányok gyarapodása következtében a tél végéig szinte változatlan maradt. Véleményünk szerint a lárvaszám csökkenésében a halak által való felfalásnak jut a legfontosabb szerep.

3. A lárvák őszi jelentős gyarapodása (hosszúság és súlynövekedés) után télen gyakorlatilag csupán hosszúságnövekedést észleltünk, míg tavaszra a hossznövekedés befejeződött, viszont ismét súlygyarapodás volt megállapítható.

4. Általában megfigyelhető, hogy az ősszel kirajzó egyedek nagysága kisebb, mint a tavasszal kirajzó egyedeké. Ez teljesen megegyezik más balatoni szervezeteken megfigyelt hasonló évszakos nagyságrendi változásokkal. (*Sebestyén* 1955.)

5. A lárvák színe ősszel 17—18 mm-es nagyság mellett rózsaszín volt, de a növekedés során már 20 mm-es nagyság mellett vörössé vált. Bábózódás előtt a lárvák színe ismét feltűnően megcsótté vált.

ИССЛЕДОВАНИЯ ЛИЧИНОК *CHIRONOMUS PLUMOSUS* MEIG В БЕНТОСЕ БАЛАТОНА В 1964—1965 ГОДАХ

Б. Энц

Личинки *Chironomus plumosus* играют значительную роль в бентосе Балатона и в качестве биомассы важны в питании рыб.

С целью учета числа, горизонтального распределения и сезонного изменения личинок обыкновенного комара были взяты пробы по разным местам озера.

Были получены следующие результаты:

1. В средних полосах озера (в области Акали—Занка) число крупных личинок — выше 14 мм — было наивысшее.

Передвигаясь с этого места в югозападное направление в сторону Кестхейского залива или в северо-восточном направлении до Тиханьского полуострова число личинок снижается (Таблица № 1.). В северо-восточном бассейне число личинок везде было низкое (5—40 экземпляров по м²). Сходное снижение численности личинок наблюдалось и по южному берегу (песочная почва).

Это интересное явление не зависит от глубины озера, но вероятно связано условиями образования осадка, зависящего от течения озера. Согласно нашим исследованиям, поведенным по изучению размера зерен в иле, именно в средних полосах озера, значит там, где число личинок наивысшее, участие мелких зерен в осадке высокое, а число крупных зерен незначительное (Таблица № 2).

2. Начиная с сентября число личинок везде снижается, но вся биомасса все же останется неизменной до конца зимы вследствие увеличения отдельных личинок. По нашему мнению снижение чисел личинок наступает вследствие поедания личинок рыбами.

3. После осеннего роста личинок (увеличение длины и веса) зимой наблюдается только увеличение длины, а весной наступает только увеличение веса.

4. Величина личинок, вылупляющихся осенью меньше весенних экземпляров. Это совпадает сходными сезонными изменениями размеров других балатонских организмов (SEVESTYÉN, 1965.).

5. Окраска личинок при величине 17—18 мм осенью была розовой, а в ходе развития уже при величине 20 мм становилась красной. Перед кукольной стадией цвет личинок снова становится заметно темным.

CRUSTACEEN-PLANKTON-STUDIEN IM BALATONSEE (I. TEIL)

UNTERSUCHUNG DER IM JAHRE 1925 VOR RÉVFÜLÖP GESAMMELTEN NETZFILTER-PROBEN

JENŐ E. PONYI

Eingegangen: 10. Mai 1965

Einleitung

Das systematisch-quantitative Studium des Balaton-Planktons nahm im Jahre 1933 seinen Anfang. Die seitdem bekannt gewordenen literarischen Angaben ermöglichten es, die im offenen Wasser des Sees eingetretenen Veränderungen fortlaufend zu verfolgen. Die zusammenfassende Studie von SEBESTYÉN (1953) analysiert eingehend (— im Wege über die Strukturänderungen der Planktongemeinschaft —) die im Wasser des Balaton sich abspielenden Vorgänge. Im Zusammenhang mit dem Platzgreifen des *Cyclops vicinus* ULJAN. wird erwähnt, dass es sich . . . »zur möglichen Klärung der *Cyclops*-Frage lohnen würde, auch noch die Sammlungen der zwanziger Jahre durchzusehen, umso mehr, als aus den, zu Beginn der dreissiger Jahre in den Gewässern von Tihany regelmässig aufgezeichneten *C. tenuicornis* CLAUS im Laufe der späteren Sammlungen kein Exemplar vorgefunden wurde (p. 73).«

Aus diesem Grunde waren wir der Meinung, dass eine ausführliche Aufarbeitung des durch Professor Dr. HANKÓ im Jahre 1925 eingesammelten Materials wertvolle Angaben nicht bloss zur Lösung der Balatoner »*Cyclops*-Frage«, sondern auch zur Klärung der im offenen Wasser des Balatonsees sich abspielenden Vorgänge liefern könnte.

Material und Methodik

Bezüglich der Umstände, unter welchen die betreffenden Sammlungen erfolgten, liegen (— unseres Wissens wenigstens —) keine »Einsammlungs-Tagebücher« vor, also konnten wir uns nur auf die Aufschriften der einzelnen Proben-Muster stützen. Auf Grund dieser kennen wir nur die folgenden Daten:

1. Datum der Sammlung,
2. Ort der Sammlung (offenes Wasser, Laichkraut-, Binsen-, schlammiges Gewässer.)
3. bei 13 Sammlungen Stunde bzw. Tageszeit der Sammlung,
4. in einigen Fällen besondere Umstände (stürmisches Wetter, u. s. w.).

Über die Art und Weise der Materialbeschaffung konnten wir uns auch nur anhand einer alten Aufzeichnung (ENTZ 1927, VARGA 1932) orientieren. Wahrscheinlich ist es, dass sie mittels eines Planktonnetzes System HENSEN No 20 (Lochweite ± 0.05 mm) und von einem Boot aus durchgeführt wurden. Trotz der langjährigen Aufbewahrung ist das Crustaceen-Material in gutem Zustande.

Wir haben die Netzproben — nebst einer vollständigen Durchsicht — nach einer relativ — quantitativen Methode (SEBESTYÉN 1953 p. 70) auf folgende Art aufgearbeitet: nach der Schüttelung der Proben entnahmen wir jedes mal mittels einer Pipette mit weiter Öffnung soviel Material und brachten dasselbe auf solche Weise in die Zählerschale (siehe deren Masse und Form bei ENTZ—KOTTÁSZ—SEBESTYÉN 1937, p. 6—8.), dass die einzelnen Exemplare darin einander nicht überdeckten. Noch vor dem zählen drückten wir die auf der Wasserhaut befindlichen Krebse mittels einer feinen Nadel unter den Wasserspiegel. Unter einem binokularen Mikroskop wurden die Krebse bei 35-facher Vergrößerung gezählt. Mit Rücksicht darauf, dass es sich nur um Netzproben handelte, (— in vielen Fällen war auch die Tageszeit der Sammlung nicht angegeben —) erschien es überflüssig eine grössere Genauigkeit anzustreben.

Die Copepoden wurden vom 3.-ten Copepoden-Stadium an (4 Schwimmpaar-Paare mehr- od.- weniger ausgebildet) gezählt, die übrigen (Nauplius 1,2. cop. sd.) nur geschätzt, und wie folgt, klassifiziert:

k-wenig (1—10 Stück)	Kö-mittel (10—100 St.)
s-viel (100—500 St.)	t-massenhaft (500 und darüber)

Bei den Cladoceren wurden die Altersunterschiede nicht berücksichtigt. Wir zählten die Exemplare je nach dem Reichtum des Materials von 400—900 Stück ab. In einigen Fällen war das Crustaceen Material derartig arm, dass die Menge der gezählten Exemplare »nicht einmal 50 erreichte«. Solche Angaben haben wir bei der prozentuellen Bewertung der Arten-Zusammensetzung nicht berücksichtigt und haben sie auch in sonstiger Beziehungen mit Vorsicht behandelt.

Systematische Übersicht der Krebse und Angaben über das Vorkommen einiger Arten

In den Proben fanden wir 13 Cladoceren-, 2 Ostracoden- (+1 Ostracoda sp.), 12 Copepoden- und 1 Brachyura-Art (und Var.), und zwar: Cladoceren

1. *Sida crystallina* O. F. MÜLLER
2. *Diaphanosoma brachyurum* LIÉVIN
3. *Daphnia hyalina* var. *lacustris* G. O. SARS
4. *Daphnia hyalina* var. *galatea* G. O. SARS
5. *Daphnia cucullata* f. *kahlbergiensis* SCHÖDLER
6. *Bosmina longirostris* f. *pellucida* STINGELIN
7. *Iliocryptus sordidus* LIÉVIN
8. *Eurycerus lammellatus* O. F. MÜLLER
9. *Acroperus harpae* BAIRD
10. *Alona rectangula* G. O. SARS
11. *Alona quadrangularis* O. F. MÜLLER
12. *Leydigia acanthocercoides* FISCHER
13. *Leptodora kindtii* FOCKE

Ostracoda

14. *Ilyocypris brady* G. O. SARS
15. *Darwinula stevensoni* (BRADY et ROBERTSON)
Ostracoda sp. juv. (nicht *Ilyocypris* und *Darwinula*)

Copepoda

16. *Eudiaptomus gracilis* (G. O. SARS)
17. *Macrocyclus albidus* (JURINE)
18. *Eucyclops* (s. str.) *serrulatus* (FISCH.)
19. *Paracyclops fimbriatus* (FISCH.)
20. *Cyclops vicinus* ULJAN.
21. *Acanthocyclops viridis* (JUR.)
22. *Microcyclus bicolor* G. O. SARS
23. *Mesocyclops* (s. str.) *leuckarti* (CLAUS)
24. *Ergasilus sieboldi* NORDMANN
25. *Ectinosoma abrau* (KRITSCHAGIN)
26. *Nitocrella hibernica* (BRADY)
27. *Nannopus palustris* BRADY

Brachiura

28. *Argulus foliaceus* LINNÉ

ad 3—4. *Daphnia hyalina* LEYDIG war hinsichtlich ihres Vorkommens im Balaton nicht geklärt. Nach unseren Untersuchungen kamen sie recht sporadisch vor; Ende Mai und zu Anfang Juni (Tabelle I. No 2, 8) erschienen die ovalen, später (No 18, 27, 42) die spitzköpfigen Exemplare. Hinsichtlich ihrer Form, Körpergrösse, besonders hinsichtlich der Struktur des Kopfes (z. B. Lage der Antenne) wichen sie scharf von *D. cucullata* f. *kahlbergiensis* (Abb. 1.) ab. Mit dem an dieser Art reicheren Material unserer Exemplare verglichen, gelang es uns nachzuweisen, dass es sich um zwei Varietäten von *D. hyalina* (*lacustris* G. O. Sars, *galatea* G. O. Sars) handelt. Über diese Frage wollen wir in einer anderen Arbeit eingehender berichten (PONYI, 1965.).

ad 6. *Bosmina longirostris* F. *Pellucida* STINGELIN. In den Proben fand sich nur diese Form. Kennzeichen: I. Antenne lang, stark gebogen, Mucro lang (Abb. 2.). Diese Form war im Balaton unbekannt; ENTZ—KOTTÁSZ—SEBESTYÉN (1937) erwähnen die f. *cornuta* JUR.

ad 17. *Macrocyclus albidus* (JUR.) fanden wir im Plankton des offenen Wassers nicht vor. Kam bloss bei einer einzigen Gelegenheit (1 Stück) aus einer Binsen-Gewässer-Probe vor. Diese Form gehört nicht zur Planktongemeinschaft. Ist ein charakteristischer Einwohner der Macrovegetation des Ufergürtels (PONYI 1962, p. 137.)

ad 20. *Cyclops vicinus* ULJ. fanden wir nur bei einer einzigen Gelegenheit im Plankton (1 Stück). Sein Vorkommen in grösseren Mengen in den 50-er Jahren ist eine Neuerscheinung (SEBESTYÉN 1953-a).

ad 27. *Nannopus palustris* BRADY; nach einem Sturm wurden im offenen Wasser mehrere Exemplare gesammelt. Wurde erstmals im interstitiellen Wasser des Balatonufers nachgewiesen (PONYI 1960). Auf Grund der Angaben kann angenommen werden, dass es ein charakteristischer Repräsentant der Schlammfauna des Sees ist. Dies wird durch die Tatsache erhärtet, dass wir auch aus den durch B. ENTZ gesammelten Schlammproben mehrere Exemplare bestimmt haben (Nordostbecken, ENTZ, B. 1962—63 in litt.). Sein Vorkommen im Balaton scheint an gewisse ökologische Bedingungen gebunden zu sein, da die Art z. B. bei der Schlammuntersuchung der Bucht von Keszthely nicht gefunden worden ist (ENTZ—PONYI—TAMÁS 1963).

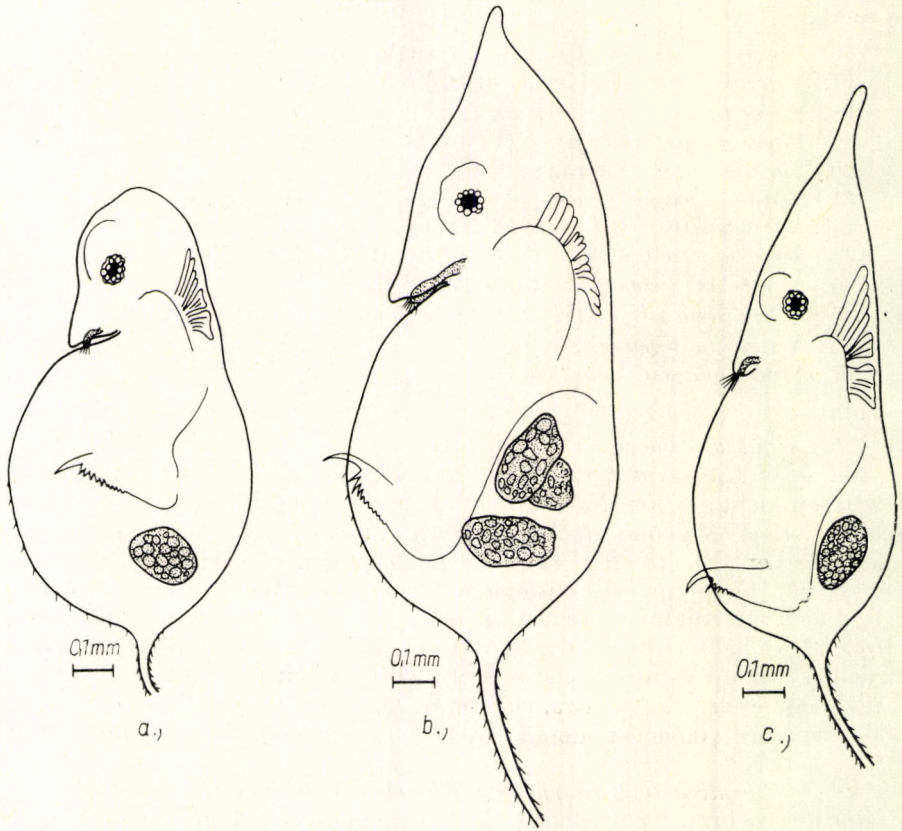


Abb. 1. a = *Daphnia hyalina* var. *lacustris* SARS (VI. 9.) ♀; b = *D. hyalina* var. *galeata* SARS (VII. 17.), ♀; c = *D. cucullata* f. *kahlbergiensis* SCHÖDLER (VII. 2.) ♀
 1. äbra. a = *Daphnia hyalina* var. *lacustris* SARS (VI. 9.), ♀; b = *D. hyalina* var. *galeata* SARS (VII. 17.), ♀; c = *D. cucullata* f. *kahlbergiensis* SCHÖDLER (VII. 2.), ♀

Charakteristik der Proben und Zusammensetzung des Crustaceen-Planktons (Vgl. Tabelle 1)

No. 1. 22. V. 18^h. Molo-Ende, Oberflächenplankton.

Die Proben bestehen zu fast 100% aus jungen Exemplaren von *Mesocyclops leuckarti*; kein einziges geschlechtstreffes Exemplar fand sich vor. Ausserdem kam je 1 Exemplar der folgenden Arten vor: *Bosmina longirostris* f. *pellucida*, *Diaphanosoma brachyurum* und *Eudiaptomus gracilis* juv. Exemplare.

No. 2. 25. V. Plankton vor dem Molo. Nach einer südwestlichen, 4-tägigen, bis zum Seegrund gehenden Wellenbewegung.

Prozentuelle Verteilung war folgend:

Eudiaptomus gracilis — 35, *Bosmina longirostris* f. *pellucida* — 30, *Eucyclops serrulatus* — 20, *Mesocyclops leuckarti* — 14, *Diaphanosoma brachyurum* und *Daphnia cucullata* f. *kahlbergiensis* — 1%. Recht sporadisch kamen noch vor: *Daphnia hyalina* var. *lacustris* und *Nannopus palustris*. In der Probe ergab sich den Umständen der Sammlung entsprechend viel fein pulverisiertes Material (hauptsächlich Detritus). Unter den Copepoden fanden wir die meisten geschlechtsreifen Exemplare bei der Art *Eucyclops serrulatus*.

No. 3. 28. V. Plankton vor dem Molo.

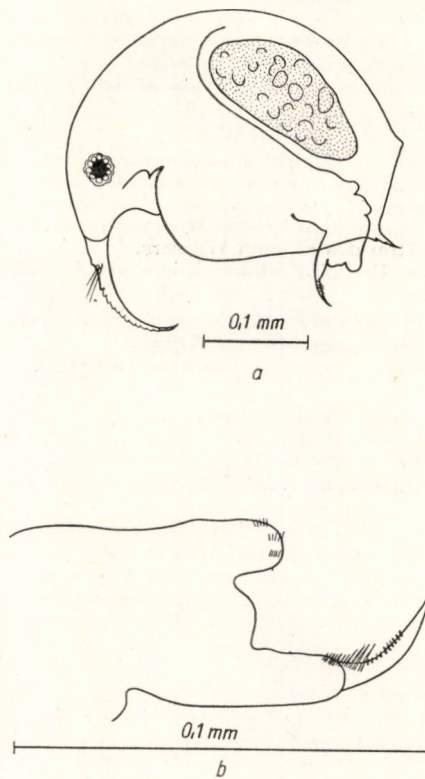


Abb. 2. *Bosmina longirostris* f. *pellucida* STINGELIN, ♀ *a* = Habitus-Bild; *b* = Postabdomen

2. ábra. *Bosmina longirostris* f. *pellucida* STINGELIN ♀; *a* = habitus kép; *b* = postabdomen

Die Probe besteht zu fast 100% aus *Bosmina longirostris* f. *pellucida*. In grossen Mengen kamen geschlechtsreife eiertragende Weibchen vor. *Mesocyclops leuckarti* und *Eudiaptomus gracilis* waren mit weniger als 1% vertreten. 1 Stück Ostracoda sp. juv. kam auch zum Vorschein.

No. 4. 29. V. Schlamm im Landungsplatz.

In der grossen Masse des aus reinem Detritus gebildeten Materials fanden wir nachstehend angeführte Krebse:

<i>Diaphanosoma brachyurum</i>	2 Stücke
<i>Bosmina longirostris</i> f. <i>pellucida</i>	1 Stück
<i>Ilyocryptus sordidus</i>	1 „
<i>Nitocrella hibernica</i>	1 „
<i>Darwinula stevensoni</i>	1 „

Die Probe enthält auch reichlich Cladoceren-, Ostracoden- u. s. w.-Detritus. Aus diesen bestimmten wir die folgenden: *Bosmina* sp., *Alna* sp., in grossen Mengen *Candona*-sp. Schalen, *Limnocythere* sp., *Cypria ophthalmica* (JUR.), *Ilyocypris bradyi* G. O. SÆRS, *Eucypris* sp., Amphipoda (?) Fuss-Bruchstücke.

No. 5. 29. V. Plankton des offenen Wassers.

Zu 98% *Bosmina longirostris* f. *pellucida*; zu 2% *Mesocyclops leuckarti*. Sporadisch kamen noch vor: *Diaphanosoma brachyurum*, *Daphnia cucullata* f. *kahlbergiensis*, *Leptodora kindtii*. 1 Stück *Nitocrella hibernica*.

No. 6. 29. V. Plankton des offenen Wassers.

Zu 99% *Bosmina longirostris* f. *pellucida*. Viele geschlechtsreife Weibchen. Zu 1% *Mesocyclops leuckarti*, zumeist juv.-Exemplare. Es kamen noch vor: *Eudiaptomus gracilis*, *Leptodora kindtii*, *Daphnia cucullata* f. *kahlbergiensis*, *Diaphanosoma brachyurum*.*

No. 7. 29. V. Plankton des offenen Wassers. Die Verhältnisse entsprechen vollkommen denen der Probe No. 6.

No. 8. 9. VI. Plankton des offenen Wassers.

Besteht zu fast 100% aus *Mesocyclops leuckarti*. Es finden sich noch: *Bosmina longirostris* f. *pellucida*, *Diaphanosoma brachyurum*, *Daphnia cucullata* f. *kahlbergiensis*, *Daphnia hyalina* var. *lacustris*, *Leptodora kindtii*, *Eudiaptomus gracilis*. Zu bermerken ist, dass in dieser Probe *Bosmina* zum letzten Male erscheint.

No. 9. 15. VI. Plankton des offenen Wassers.

Der vorherigen Probe ähnlich findet sich in dominierender Mehrheit *Mesocyclops leuckarti* (zu 95%). Daneben zu einigen %-en *Eudiaptomus gracilis*. Es kommen weiters noch vor: *Diaphanosoma brachyurum*, *Daphnia cucullata* f. *kahlbergiensis*, *Leptodora kindtii*.

No. 10. 19. VI. Plankton des offenen Wassers.

Es fanden sich folgende Crustaceen-Gemeinschaften:

<i>Diaphanosoma brachyurum</i>	zu 36%
<i>Mesocyclops leuckarti</i>	zu 32%
<i>Eudiaptomus gracilis</i>	zu 17%
<i>Daphnia cucullata</i> f. <i>kahlbergiensis</i>	zu 15%

Spärlich kamen daneben vor: *Sida crystallina*, *Acroperus harpae*, *Leptodora kindtii*.

No. 12. 22. VI. Plankton vom offenen Wasser zwischen Laichkraut — Beständen.

Besteht zu 98 % aus *Eudiaptomus gracilis*. *Mesocyclops leuckarti* kommt bloss zu 1 % vor. Unter 1 % finden sich noch: *Diaphanosoma brachyurum*, *Daphnia cucullata* f. *kahlbergiensis*, *Leptodora kindtii*.

<i>Eudiaptomus gracilis</i>	zu 50%
<i>Mesocyclops leuckarti</i>	zu 46%
<i>Daphnia cucullata</i> f. <i>kahlbergiensis</i> ...	zu 3%
<i>Diaphanosoma brachyurum</i>	zu 1%

Sporadisch kommen noch vor: *Sida crystallina*, *Leptodora kindtii*, *Ergasilus sieboldi*. Im Laufe der Untersuchung fanden wir bloss in dieser Probe 1 Stück *Cyclops vicinus* (!).

No. 13. 26. VI. Offenes Wasser, bei stürmischem Wetter.

Im Verhältnis zur vorhergehenden Probe fanden sich die Arten nur in geringer Individuenzahl. Viele Detritusteilchen, Ostracoda-Schalen und Diatoma-Gehäusen. Die prozentuelle Verteilung gestaltete sich folgendermassen:

<i>Eudiaptomus gracilis</i>	zu 52.5%
<i>Mesocyclops leuckarti</i>	zu 40.0%
<i>Diaphanosoma brachyurum</i>	zu 5.0%
<i>Daphnia cucullata</i> f. <i>kahlbergiensis</i> ...	zu 2.0%
<i>Leptodora kindtii</i>	zu 0.5%

No. 14. 27. VI. Offenes Wasser-Plankton.

In der Probe biogene Kalkstückchen. Es ist wahrscheinlich, dass das Netz auch durch ein geringes Stück von Laichkrautbeständen gezogen wurde. Unter den Exemplaren von *Mesocyclops leuckarti* sind viele junge Tiere, Zahlreiche Nauplius-Larven; auch Dip-teren-Larven fanden sich. Zusammensetzung des Crustaceen-Planktons:

<i>Mesocyclops leuckarti</i>	51%
<i>Eudiaptomus gracilis</i>	48%
<i>Daphnia cucullata</i> f. <i>kahlbergiensis</i> ...	1,5%
<i>Diaphanosoma brachyurum</i>	0,5%

Sporadisch kamen noch vor: *Sida crystallina*, *Leptodora kindtii*, *Acroperus harpae*.

No. 15. 28. VI. Offenes Wasser-Plankton.

* Kommt in der Probe »Es kamen noch vor«, gelangte jedoch nicht in das Präparat (siehe Tabelle 1.)

Wenig Nauplius, Verhältnismässung viele Copepoditlarven. In den Proben massenhaft Copepoden.

<i>Eudiaptomus gracilis</i>	69%
<i>Mesocyclops leuckarti</i>	28%
<i>Diaphanosoma brachyurum</i>	3%

Leptodora kindtii kamen spärlich vor.

No. 16. 28. VI. Offenes Wasser-Plankton.

Massenhaft geschlechtsreife *Eudiaptomus* dagegen nur wenige *Mesocyclops*. Viele Nauplius-Larven.

<i>Eudiaptomus gracilis</i>	68%
<i>Mesocyclops leuckarti</i>	29%
<i>Diaphanosoma brachyurum</i>	3%

No. 17. 1. VII. Offenes Wasser-Plankton.

In der Probe viel biogener Kalk (Laichkräuter?). Auch *Chironomus*, sonstige Wasserinsekten-Larven und Ostracoda-Schalen kommen vor. Unter den Krebsen finden sich wenige geschlechtsreife und eiertragende Exemplare.

<i>Eudiaptomus gracilis</i>	47%
<i>Mesocyclops leuckarti</i>	43%
<i>Daphnia cucullata</i> f. <i>kahlbergiensis</i> ...	7%
<i>Diaphanosoma brachyurum</i>	3%

Sporadisch kommen noch vor: *Leptodora kindtii*, *Sida crystallina*, *Alona rectangula* (1 Stück)

No. 18. 2. VII. Offenes Wasser-Plankton.

Die bedeutende Menge des Materials besteht fast zu 100% aus *Eudiaptomus gracilis*. Sporadisch finden sich noch: *Diaphanosoma brachyurum*, *Daphnia cucullata* f. *kahlbergiensis*, *Daphnia hyalina* var. *galeata*, *Leptodora kindtii*, *Mesocyclops leuckarti*.

No. 19. 6. VII. Offenes Wasser-Plankton.

Die prozentuelle Verteilung des Crustaceen-Planktons stimmt nahezu mit dem Material der vorhergehenden Probe überein. Nebst 97% von *Eudiaptomus gracilis* kommt *Mesocyclops leuckarti* zu 2% vor. *Daphnia cucullata* f. *kahlbergiensis*, *Diaphanosoma brachyurum* und *Leptodora kindtii* sind je mit weniger als 1% vertreten.

No. 20. 7. VII. Aus Laichkrautbeständen.

<i>Mesocyclops leuckarti</i>	40%
<i>Eudiaptomus gracilis</i>	32%
<i>Sida crystallina</i>	20%
<i>Acroperus harpae</i>	5%
<i>Alona quadrangularis</i>	1.3%

Unter 1% finden sich: *Daphnia cucullata* f. *kahlbergiensis*, *Diaphanosoma brachyurum*, *Leptodora kindtii*. Sporadisch kommen vor *Ectinosoma abrau*, *Nitocrella hibernica*, *Alona rectangula*. In der Probe sind viele Nauplius-Larven.

No. 21. 8. VII. Offenes Wasser-Plankton.

<i>Eudiaptomus gracilis</i>	91%
<i>Mesocyclops leuckarti</i>	7%
<i>Diaphanosoma brachyurum</i>	1.5%

Es kommen noch vor: *Daphnia cucullata* f. *kahlbergiensis*, *Leptodora kindtii*.

No. 22. 8. VII. Aus Binsen-Beständen gesammeltes Plankton.

<i>Sida crystallina</i> (viele geschl.-reife)	84%
<i>Acroperus harpae</i>	13%
<i>Leptodora kindtii</i>	2%
<i>Mesocyclops leuckarti</i> juv. Exemplare	1%

Sporadisch kommen noch vor: *Eudiaptomus gracilis*, *Diaphanosoma brachyurum*. Unter sämtlichen untersuchten Proben fanden wir hier 1 Stück *Macrocylops albidus* (= *C. tenuicornis*!).

No. 23. 8. VII. Oberflächen-Plankton, aus Laichkraut-Beständen.

Entsprechend dem Ort der Sammlung viel biogener Kalk. In den Proben verhältnismässig wenig Tierexemplare.

<i>Mesocyclops leuckarti</i>	39%
<i>Acroperus harpae</i>	35%
<i>Sida crystallina</i>	25%
<i>Eudiaptomus gracilis</i>	1%

Es kamen in der Probe weiterhin vor: *Daphnia cucullata* f. *kahlbergiensis*, *Diaphanosoma brachyurum*, *Candona* sp.-Schalen.

No. 24. 10. VII. Offenes Wasser-Plankton, aus 0,5 m Tiefe.

<i>Eudiaptomus gracilis</i> (zum grossen Prozentsatz geschlechtsreif)	69%
<i>Mesocyclops leuckarti</i>	29%
<i>Diaphanosoma brachyurum</i>	1,5%
<i>Daphnia cucullata</i> f. <i>kahlbergiensis</i>	0,5%

Sporadisch kamen vor: *Sida crystallina*, *Leptodora kindtii*, *Argulus foliaceus* (1 Stück).

No. 25. 12. VII. Offenes Wasser-Plankton.

<i>Mesocyclops leuckarti</i>	52%
<i>Eudiaptomus gracilis</i>	48%

Sporadisch: *Diaphanosoma brachyurum*, *Daphnia cucullata* f. *kahlbergiensis*, *Leptodora kindtii*.

Die dominierenden Arten werden etwa zu 25% aus geschlechtsreifen und eiertragenden Exemplaren gebildet, Viel Algendetritus.

No. 26. 15. VII. Offenes Wasser-Plankton.

Abgesehen von *Daphnia cucullata* f. *kahlbergiensis* besteht fast das gesamte Material aus geschlechtsreifen Exemplaren.

<i>Eudiaptomus gracilis</i>	75%
<i>Mesocyclops leuckarti</i>	24%
<i>Diaphanosoma brachyurum</i>	1%

Sporadisch kommen noch vor: *Daphnia cucullata* f. *kahlbergiensis*, *Leptodora kindtii*.

No. 27. 17. VII. 22—23^h Offenes Wasser-Plankton.

Die Probe ist ausserordentlich reich an Crustaceen-Plankton. Auffallend ist es, dass der Darmkanal der Cladoceren und Copepoden fast ausnahmslos nahrungsgelüftet erscheint. *Mesocyclops viridis* ist hauptsächlich durch geschlechtsreife weibliche, *Acanthocyclops viridis* dagegen durch geschlechtsreife männliche Exemplare vertreten. Verhältnismässig zahlreiche Hydracarina. Ostracoden-Schalen und Dipteren-Larven kommen auch in der Probe vor.

Dominierend ist *Eudiaptomus gracilis* (zu 96%). *Mesocyclops leuckarti* ist bloss zu 4% vertreten. Es kommen noch vor: *Diaphanosoma brachyurum*, *Sida crystallina*, *Daphnia cucullata* f. *kahlbergiensis*, *Daphnia hyalina* var. *galeata*, *Leptodora kindtii*, *Alma quadrangularis*, *Leydigia acanthocercoides*, *Acanthocyclops viridis*, *Ectinosoma abraui*, *Ergasilus sieboldi*.

Die Zusammensetzung der Probe weist darauf hin, dass während der Sammlung auch eine Laichkraut-Insel »gestreift« wurde.

No. 28. 17. VII. Offenes Wasser-Plankton.

<i>Eudiaptomus gracilis</i>	85,5%
<i>Mesocyclops leuckarti</i>	12,0%
<i>Diaphanosoma brachyurum</i>	2,5%

Sporadisch: *Daphnia cucullata* f. *kahlbergiensis*, *Ergasilus sieboldi*, *Argulus foliaceus* (1 Stück). In der Probe finden sich massenhaft Nauplius-Larven.

No. 29. 18. VII. Offenes Wasser-Plankton.

Unter den Exemplaren von *Eudiaptomus gracilis* sind viele juv. Exemplare anzutreffen. Auch die wenig zahlreichen *Mesocyclops leuckarti* (1%) sind zumeist juvenile Exemplare. *Diaphanosoma brachyurum* (0,5%) kommen auch vor.

No. 30. 18. VII. 18—19^h. Offenes Wasser-Plankton.

Massenhaft *Ceratium*. Das Crustaceen-Plankton verhältnismässig in geringer Individuenzahl. Wenig Nauplius, Copepodit und juv. Exemplare. Hydracarinen kommen auch vor.

<i>Eudiaptomus gracilis</i>	80%
<i>Mesocyclops leuckarti</i>	20%

Sporadisch fand sich auch *Diaphanosoma brachyurum*.

No. 31. 19. VII. zu Mittag. Offenes Wasser-Plankton.

Verhältnismässig viel *Ceratium*. Das Crustaceen-Plankton ist an Individuenzahl derartig arm, dass die prozentuale Zusammensetzung nicht bestimmt werden kann. Nauplius-Larven fehlen fast gänzlich. Wir fanden 31 Stück *Eudiaptomus gracilis* und 7 Stück *Mesocyclops leuckarti*.

No. 32. 20. VII. 19—20^h. Offenes Wasser-Plankton.

Sehr viel *Ceratium*. Das Krebs-Plankton besteht fast zu 100% aus Nauplius-Larven. Nach annähernder Schätzung bildeten die Nauplien von *Eudiaptomus gracilis* 80—90%, die übrigen 10—20% waren *Mesocyclops leuckarti*. Die abzählbaren Exemplare von *Eudiaptomus gracilis*, *Mesocyclops leuckarti*, ferner von *Diaphanosoma brachyurum* und *Leptodora kindtii* waren in derartig geringer Individuenzahl vorhanden, dass ihre prozentuelle Zusammensetzung nicht zu bestimmen war.

No. 33. 20. VII. 19—20^h. Offenes Wasser-Plankton.

Sozusagen ein »Gegenstück« der Probe No. 32. Die Verhältnisse sind dieselben, etwa mit dem einzigen Unterschied, dass neben *Ceratium* auch *Cymatopleura* Kieselalgen in grosser Anzahl anzutreffen waren. Eine prozentuelle Bewertung war nicht durchführbar.

No. 34. 20. VII. 19—20^h. Offenes Wasser-Plankton.

In ähnlicher Weise, wie bei Proben No. 32—33 besteht das Krebsplankton nahezu zu 100% aus massenhaften Nauplius Larven. Auch hier finden sich die Nauplien von *Eudiaptomus gracilis* zu 80—90%.

Sporadisch finden sich ausserdem: *Mesocyclops leuckarti*, *Leptodora kindtii*, *Diaphanosoma brachyurum*, *Acanthocyclops viridis* juv., *Paracyclops fimbriatus* (2 Stück), *Ectinosoma abrau*, Hydracarina sp. (1 Stück). Es fand sich auch 1 Exemplar von *Microcyclops bicolor*, welche bloss in dieser einzigen Probe vorkam. Die Häufigkeit ihres Vorkommens war mittels der angewandten Methode nicht zu bestimmen.

No. 35. 21. VII. Offenes Wasser-Plankton.

Diese Probe stimmt — hinsichtlich ihres Charakters — mit den Proben No. 32—34 überein, sogar auch bezüglich des Nauplius-Verhältnisses von *Eudiaptomus* zu *Mesocyclops*. Nebst den sporadisch vorkommenden einigen geschlechtsreifen *Eudiaptomus gracilis* und *Mesocyclops leuckarti* fanden sich auch *Sida crystallina* und die Art *Alona quadrangularis*. Eine prozentuelle Bewertung war nicht möglich.

No. 36. 21. VII. Offenes Wasser-Plankton.

Ähnlich, wie bei den vorhergehenden Proben war auch hier das massenhafte Vorkommen von *Ceratium* charakteristisch. Nebst den zu fast 100% vorkommenden Nauplien fanden sich nur juv. Exemplare von *Eudiaptomus gracilis* und *Diaphanosoma brachyurum*. Schätzungsweise ist das *Eudiaptomus*-Nauplius und *Mesocyclops*-Nauplius-Verhältnis etwa wie 8 : 2.

No. 37. 23. VII. Offenes Wasser-Plankton.

Die gesamte Materie besteht aus einer dichten Masse von im Nauplius + I—II Copepodit-Stadium befindlichen Tierchen. Das *Eudiaptomus*-*Mesocyclops* Verhältnis ist ungefähr 7 : 3. Nebst sporadisch vorkommenden *Eudiaptomus gracilis* (geschlechtsreife Exemplare) fanden sich auch einige juv. *Sida* und *Diaphanosoma* vor.

No. 38. 24. VII. 11—12^h. Offenes Wasser-Plankton.

Nauplius-Larven finden sich noch immer in grossen Massen. Die Zusammensetzung des Crustaceen-Planktons ist prozentuell folgende:

<i>Eudiaptomus gracilis</i>	64%
<i>Mesocyclops leuckarti</i> (viel juv. Expl.) ...	35%
<i>Diaphanosoma brachyurum</i>	1%

Es kamen noch vor: *Daphnia cucullata* f. *kahlbergiensis* juv., *Ectinosoma abrau* (1 Stück). Das *Eudiaptomus*-Nauplius : *Mesocyclops*-Nauplius-Verhältnis ist nahezu dasselbe.

No. 39. 25. VII. Offenes Wasser-Plankton.

Nauplius-Larven in grosser Menge. Das Verhältnis der *Eudiaptomus* : *Mesocyclops* Larven ist schätzungsweise 6 : 4, sporadisch mit je 1 geschlechtsreifen Exemplar; mit der angewandten Methode nicht bestimmbar.

No. 40. 25. VII. Offenes Wasser-Plankton.

Die Verhältnisse stimmen mit denen der vorhergehenden Probe vollkommen überein.

No. 41. 26. VII. Offenes Wasser-Plankton.

Wie bei den vorherigen Proben dominieren im Plankton Copepoda-Nauplien (*Eudiaptomus* : *Mesocyclops* = 6 : 4). Die Anzahl der zur Vornahme der Abzählung geeigneten Exemplare reicht für die Bestimmung des prozentuellen Verhältnisses nicht aus. Häufigkeitsreihenfolge: *Mesocyclops leuckarti* > *Eudiaptomus gracilis* > *Diaphanosoma brachyurum* > *Sida crystallina*.

No. 42. 28. VII. Offenes Wasser-Plankton.

Viele *Cymatopleura*.

<i>Mesocyclops leuckarti</i> (viele eiertragende Weibchen)	91%
<i>Eudiaptomus gracilis</i>	8%
<i>Diaphanosoma brachyurum</i>	1%

Sporadisch kommen noch vor: *Daphnia cucullata* f. *kahlbergiensis*, *Daphnia hyalina* var. *galeata*, *Leptodora kindtii*.

No. 43. 28. VII. 11—12^h. Offenes Wasser-Plankton.

Ceratium ist in dieser Probe nur hin und wieder anzutreffen. *Cymatopleura* noch in grossen Mengen. Sehr wenig Nauplius-Larven. Copepoden sind hauptsächlich durch juv. Exemplare vertreten.

<i>Mesocyclops leuckarti</i>	70%
<i>Eudiaptomus gracilis</i>	29%
<i>Diaphanosoma brachyurum</i>	1%

Es kommen noch vor: *Sida crystallina*, *Daphnia cucullata* f. *kahlbergiensis*.

No. 44. 28. VII. Offenes Wasser-Plankton.

Massenhaft *Cymatopleura* (+ sonstige Kieselalgen)

<i>Mesocyclops leuckarti</i>	79%
<i>Eudiaptomus gracilis</i>	20%

zu weniger als 1% kommen vor: *Diaphanosoma brachyurum*, *Daphnia cucullata* f. *kahlbergiensis*.

No. 45. 2. VIII. Offenes Wasser-Plankton.

Reich an Kieselalgen, wenig Nauplius-Larven.

<i>Diaphanosoma brachyurum</i>	36%
<i>Eudiaptomus gracilis</i>	36%
<i>Mesocyclops leuckarti</i>	24%
<i>Daphnia cucullata</i> f. <i>kahlbergiensis</i>	4%

Leptodora kindtii bloss sporadisch vorkommend.

No. 46. 6. VIII. 16—17^h. Offenes Wasser-Plankton.

Menge an *Ceratium* beträchtlich. Die *Mesocyclops*-population besteht zumeist aus juvenilen Exemplaren.

<i>Mesocyclops leuckarti</i>	50%
<i>Eudiaptomus gracilis</i>	48%
<i>Diaphanosoma brachyurum</i>	2%

Sporadisch *Daphnia cucullata* f. *kahlbergiensis* juv.

No. 47. 10. VIII. Offenes Wasser-Plankton.

In grossen Mengen *Ceratium* und Detritus. Biogener Kalk (auch aus Wasser mit Laichkraut-Beständen) beträchtlich. In der Probe ist das Crustaceen-Plankton recht spärlich ärmlich vertreten, prozentuelle Zusammensetzung nicht zu bestimmen. Folgende Arten kommen noch vor: *Sida crystallina*, *Diaphanosoma brachyurum*, *Eudiaptomus gracilis*, *Mesocyclops leuckarti*.

No. 48. 14. VIII. Offenes Wasser-Plankton.
Viel *Ceratium* Detritus und Kieselalgen.

<i>Eudiaptomus gracilis</i>	71%
<i>Mesocyclops leuckarti</i>	28%
<i>Diaphanosoma brachyurum</i>	1%

Daphnia cucullata f. *kahlbergiensis* selten.

No. 49. 15. VIII. 11—12h. Offenes Wasser-Plankton.

Ceratium in grosser Menge. *Mesocyclops* hauptsächlich durch juvenile Exemplare vertreten.

<i>Eudiaptomus gracilis</i>	75%
<i>Mesocyclops leuckarti</i>	24%
<i>Diaphanosoma brachyurum</i>	1%

Sporadisch kommt noch vor: *Daphnia cucullata* f. *kahlbergiensis*.

No. 50. 16. VIII. Wassertemperatur: 21 C°. Offenes Wasser-Pl. Viel *Ceratium*, Nauplius fehlt. *Eudiaptomus*, *Mesocyclops* und *Diaphanosoma* zum grossen Teil durch juvenile Exemplare vertreten.

<i>Eudiaptomus gracilis</i>	80%
<i>Diaphanosoma brachyurum</i>	10%
<i>Mesocyclops leuckarti</i>	9%
<i>Daphnia cucullata</i> f. <i>kahlbergiensis</i>	1%

Selten *Leptodora kindtii*.

No. 51. 18. VIII. 10h. Offenes Wasser-Plankton.

Viel Kieselalgen. *Eudiaptomus* Examplare grösstenteils geschlechtsreif, *Mesocyclops* in der Hauptsache durch juvenile Exemplare vertreten.

<i>Mesocyclops leuckarti</i>	39%
<i>Eudiaptomus gracilis</i>	28%
<i>Diaphanosoma brachyurum</i>	17%
<i>Daphnia cucullata</i> f. <i>kahlbergiensis</i>	16%

Es kommen vor: *Leptodora kindtii*.

No. 52. 20. VIII. Offenes Wasser-Plankton.

Ceratium tritt in der Probe massenhaft vor. Das Crustaceen-Plankton ist sehr arm, für die Bestimmung einer prozentuellen Zusammensetzung nicht geeignet. Häufigkeit des Vorkommens folgend: *Mesocyclops leuckarti* > *Eudiaptomus gracilis* > *Diaphanosoma brachyurum* und *Daphnia cucullata* f. *kahlbergiensis* > *Sida crystallina*.

No. 53. 24. VIII. 19h. Offenes Wasser-Plankton.

Viel *Ceratium*. Copepoden grösstenteils durch juvenile Exemplare vertreten.

<i>Mesocyclops leuckarti</i>	71%
<i>Eudiaptomus gracilis</i>	27%
<i>Diaphanosoma brachyurum</i>	1%
<i>Daphnia cucullata</i> f. <i>kahlbergiensis</i>	1%

Es kommen noch vor: *Leptodora kindtii*, *Ectinosoma abrau*.

Häufigkeitsverhältnisse des Vorkommens der Arten im Crustaceen-Plankton und Veränderung dieses Verhältnisses in den Monaten Mai—August

Die Veränderung im Verhältnis der einzelnen Arten zueinander im Laufe der untersuchten Zeitperiode (— die Daten der *Tabelle I.* —) sind in *Abb. 3.* in Prozenten dargestellt. Die *Abbildung* zeigt den Wechsel bloss annähernd, da es sich ja um einen Vergleich von Daten handelt, deren Sammlungsumstände (Sammlung bei Tag oder Abend, ruhiges oder stürmisches Wetter, u. s. w.)

nur teilweise geklärt sind. Die bloss ein einziges Mal vorkommende Arten sind nicht aufgenommen, selbst dann nicht, wenn diese in der Probe zu einem grosseren Prozentsatz erschienen sind (z. B. Nr. 2., *Eucyclops serrulatus*). Die »Verbindung« der die %-e markierenden Punkte und die dadurch dargestellte Entstehung der die Häufigkeit anzeigenden »Gebiete« ist auch mehr od. weniger willkürlich. Dessenungeachtet haben wir sie so dargestellt, um ein annäherndes Bild über die Tendenz der Veränderungen zu gewinnen und ferner, um sie mit den Ergebnissen der später gesammelten Proben vergleichen zu können. Für die Bewertbarkeit der erhaltenen Daten spricht die Tatsache, dass die »Proben-

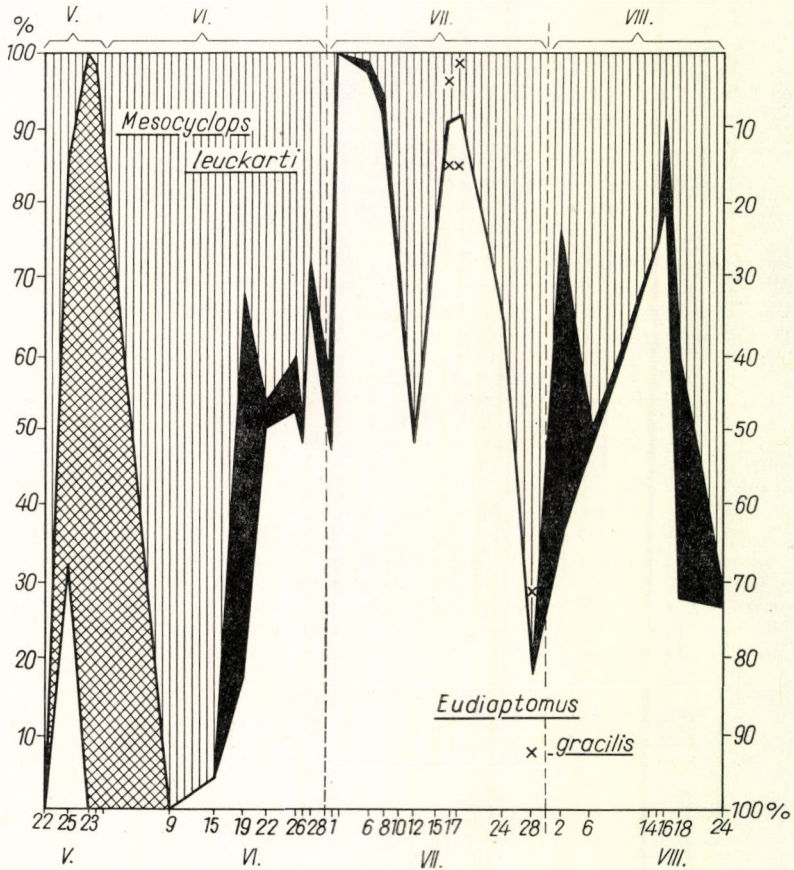


Abb. 3. Wechsel der prozentuellen Zusammensetzung des Crustaceen-Planktons in der untersuchten Zeitperiode. An der Abszisse die Monate und Tage, an den Ordinaten links *Eudiaptomus*, rechts *Mesocyclops leuckarti*, zwischen beiden sind die Cladoceren dargestellt. Weisse Fläche = *Eudiaptomus*; Senkrechte Strigulierung = *Mesocyclops*; Gitterstrigulierung = *Bosmina*; Schwarze Strigulierung = die sonstigen Cladoceren

3. ábra. Crustacea plankton %-os összetételének változása a vizsgált időszakban. Az abszcisszán a hónapok és napok, az ordinátákon balról az *Eudiaptomus*, jobbról a *Mesocyclops leuckarti*, a kettő között a Cladocera-k vannak feltüntetve. Fehér mező = *Eudiaptomus*; függőleges vonalozás = *Mesocyclops*; rácsos vonalozás = *Bosmina*; fekete vonalozás = a többi Cladocera

paare* — entsprechend den Sammlungsumständen — mit guter Annäherung übereinstimmen.

Vor allem ist festzustellen, dass das Crustaceen-Plankton — ausgenommen im Monat Mai — im Wesentlichen aus Copepoden (*Mesocyclops leuckarti*, *Eudiaptomus gracilis*) besteht. Recht interessant ist die Periode zu Ende Mai, da diese durch ein fast ausschliessliches Vorkommen von *Bosmina longirostris* f. *pellucida* charakterisiert wird. Am 22. Mai kamen in der Probe bloss einige Exemplare zum Vorschein, am 25. Mai bildet sie 30% des Crustaceen-Planktons und zu Ende des Monates gelangen sie zur Alleinherrschaft. Im nächsten Monatsbeginn fanden sich wieder nur einige Exemplare in der Probe und trafen wir als 15. Juni trotz sorgfältigster Untersuchung kein einziges Exemplar mehr an. (Tabelle I., Nr. 1–8). Die Cladoceren sind in den zu einem späteren Zeitpunkt eingesammelten Proben durch *Diaphanosoma brachyurum* und *Daphnia cucullata* f. *kahlbergiensis* vertreten. Im Allgemeinen kommt erstere häufiger vor. Auffallend ist es, dass *D. hyalina* äusserst spärlich vorkommt, wogegen sie laut den Angaben der Literatur in anderen Seen recht gewöhnlich ist. So ist das Genus *Daphnia* fast zu 100% durch *D. cucullata* f. *kahlbergiensis* vertreten. Im Falle von *Eudiaptomus* scheint es, dass die Population zu zwei Gelegenheiten anwächst, einmal im Juli und das zweite Mal Mitte August.

Die im Plankton gefundenen pelagischen Krebse sind durch Laichkraut- bzw. Makrovegetations-Bewohner (7 Arten), Schlammbewohner (5 Arten), und die eine parasitäre Lebensweise führenden Formen (2 Arten) vertreten (siehe Tabelle I.). Am häufigsten ist *Sida crystallina* (in 13 Proben), danach *Ectinosoma abrau* und *Ergasilus sieboldi* (in je 4 Proben,) schliesslich *Acroporus harpae* und *Acanthocyclops viridis* (in je 3 Proben) anzutreffen. Nach stürmischem Wetter ist das Erscheinen des schlammbewohnenden *Nannopus* im Plankton bemerkenswert.

Im Weiteren versuchen wir, unsere Ergebnisse (qualitative Unterschiede, relatives %-uelles Vorkommen) mit den Daten später gesammelter Proben zu vergleichen. Zu einem Vergleich können selbstverständlich bloss solche Daten herangezogen werden, deren Sammelmethode (Netzfilter) mit der unserigen nahezu gleich sind. Leider wurden Netzfilter-Proben von den Planktonkrebse des Balaton serienweise, — von den neuesten Zeiten abgesehen (SEBESTYÉN 1960–1964) — bloss aus dem Nordostbecken des Sees gesammelt, während das jetzt bearbeitete, von HANKÓ gesammelte Material aus dem mittleren Teil des Südwestlichen Beckens stammen. Es ergibt sich demnach die Frage, ob wir die Ergebnisse der Sammelproben aus dem Jahre 1925 — mit Rücksicht auf die anzunehmende horizontale Verbreitung der Planktonkrebse — mit den späteren, jedoch aus dem anderen Seebecken herstammenden Sammelergebnissen vergleichen können und wenn ja, welche Überlegungen dies gestatten würden.

Mit der horizontalen Verbreitung des Crustaceen-Planktons im Balaton hat sich SEBESTYÉN (1960, 1964) befasst. Sie wies darauf hin, dass im See derartige Gegebenheiten vorhanden seien, die von vornherein eine horizontale Verbreitung des Planktons begünstigen (Form des Seebettes, mächtiger Wasserspiegel, Einmündung des Zala-flusses, Abfluss durch den Sió-Kanal, u. s. w.).

* »Probenpaare« = an gleichen Tagen und gleichen Sammelstellen entnommene Proben.

Doch bestehen auch gewisse Faktoren, welche diese Gliederung ausgleichen (jahreszeitliches Klima, kulturelle Einwirkungen u. s. w.)

Bei einem Vergleich interessiert es uns, wie sich die Populationsdichten-Verhältnisse im offenen Wasser bei Tihany (— Nordost-Becken —) und vor Révfülöp (Südwest-Becken) gestalten, und ob die sich aus der horizontalen Verbreitung ergebenden Verschiedenheiten berücksichtigt werden müssen. SEBESTYÉN (1960) stellte bei ihrer Untersuchung der horizontalen Verbreitung der Planktonkrebse des Nordost-Beckens in Bezug auf die Jahre 1955—56 fest, dass die Werte der Sektion Örvényes-Balatonföldvár des Südwest-Beckens (Cladocera, *Diatomus gracilis*, Cyclopida, Crustacea, Nauplius, Individuenzahl pro Liter) sich in die Wertschwankungen des nordöstlichen Seeteiles einfügen lassen (p. 122—123). Dies bedeutet, dass die Verhältnisse der Populationsdichte im offenen Wasser vor Tihany und jene des Crustaceen-Planktons am Ende der gegen die Halbinsel von Tihany zu gelegenen Teile des anderen Seebeckens sich einander mehr od. weniger gleichen.

Eine weitere Frage ist, wie weit — gegen die Bucht von Keszthely fortschreitend — die Populationsdichten der Planktonkrebse des südwestlichen Beckens denen des nordöstlichen Beckens ähneln oder genauer ausgedrückt, ob die Verhältnisse der uns interessierenden Sektion Révfülöp—Balatonboglár denen des nordöstlichen Beckens gleichen? Vergleichen wir einmal auf Grund der Daten von SEBESTYÉN (1960) die ($\gg F_0 \ll$)-Angabe der soeben erwähnten Sektion Örvényes—Balatonföldvár mit jener der ($\gg I_0 \ll$) Sektion Révfülöp—Balatonboglár (ebendort, Tabelle 3); es ergibt sich, dass die Individuenzahl pro Liter für *Diatomus gracilis* und Cyclopida, an beiden Stellen, am selben Tage gesammelt, nahezu dieselben sind ($F_0 = 0,88$; $I_0 = 1,04$; $F_0 = 4,85$; $I_0 = 4,44$). Im Falle der Cladoceren zeigt sich bereits ein grösserer Unterschied ($F_0 = 5,22$; $I_0 = 2,11$); es fragt sich jedoch, ob dieser Unterschied sich aus der Tatsache der horizontalen Verbreitung erklären lässt, da zwischen denselben Punkten einige Meter entfernt von einander entnommenen Probenpaaren auch bedeutendere Unterschiede vorkommen (ebendort z. B. *Tabelle 6*; *Daphnia* an Stelle A_1 , 1958. 10. I.: 0,04; 0,02 e/lit; 1957. 10. IX.: 0,41; 0,97). Laut weiteren Daten (SEBESTYÉN 1960, *Tabelle 3/b, c* und 1964 *Tabelle 1 9,4*) lassen sich jenseits der Linie Szigliget—Balatonfenyves (von der Sektion Révfülöp—Balatonboglár gegen die Bucht von Keszthely hin cca 15 km) in der Populationsdichte der Planktonkrebse wesentliche Wechsel feststellen.

Auf Grund der eben angeführten Daten ist zu ersehen, dass die Populationsdichten-Verhältnisse des Crustaceen-Planktons des offenen Wassers vor Tihany (-Nordost-Becken) und vor Révfülöp (-Südwest-Becken) nahezu übereinstimmen und besteht demgemäss die Möglichkeit, die im Jahre 1925 vor Révfülöp und in 1948 vor Tihany aus dem offenen Wasser gesammelten Netzfilterproben-Ergebnisse mit den Daten von SEBESTYÉN (1953, *Tabelle 6*) mit entsprechender Vorsicht zu vergleichen und die aufgetretenen Unterschiede auf Rechnung der inzwischen abgespielten Veränderungen schreiben zu können.

Unter Berücksichtigung des Obengesagten können wir Nachstehendes feststellen:

1. In den Monaten Mai—August des Jahres 1925 erscheint die relative Populationsdichte der Cladoceren im Vergleich zu jener der Copepoden bedeutend geringer zu sein, als in den 50-er Jahren (vgl. SEBESTYÉN 1953, *Fig. 2*).

2. *Bosmina longirostris* f. *pellucida* kam in der Frühjahrsperiode der 50-er Jahre sporadisch vor (ebendort Tabelle 6; 1960, Fig. 6), in der Frühjahrsperiode des Jahres 1925 lebte sie in grosser Individuenzahl (*Bosmina*-Verminderung?). Zu Beginn der 30-er Jahre fand sie sich im offenen Wasser-Plankton der Bucht von Keszthely reichlich vor (SEBESTYÉN OLGA: in litt.).

3. Die Populationsdichte von *Daphnia hyalina* ist im Anwachsen (vgl. PONYI 1965).

4. *Cyclops vicinus* kam in 1925 in der untersuchten Zeitperiode (Mai—August) bloss sehr selten vor. Obgleich ihre Populationsdichte sich bekanntermassen im kalten Wasser entwickelt, fand sie sich laut späteren Angaben (in den 50-er Jahren) selbst im Mai bzw. auch noch zu Ende August in grösseren Mengen. Diese Tatsachen unterstreichen noch entschiedener die Ansicht SEBESTYÉN's (1953): »... sowohl aus quantitativen Daten als auch aus der Populationsdichte kann einstimmig festgestellt werden, dass *Cyclops vicinus* nach 10—12 Jahren an Verbreitung zunimmt« (p. 73).

5. *Macrocyclus albidus* (= *C. tenuicornis* CLAUS) kommt im offenen Wasser-Plankton nicht vor. In der Arbeit von ENTZ—KOTTÁSZ—SEBESTYÉN (1937) — welche in erster Linie auf Angaben von KOTTÁSZ aufgebaut ist, der auch die Bestimmung der Krebse durchgeführt hatte — scheint das häufige Vorkommen dieser Art wahrscheinlich Ergebnis einer irrigen Bestimmung zu sein.

Die in der Planktongemeinschaft eingetretenen Veränderungen (Anwachsen von *C. vicinus* und *D. hyalina* sowie Verminderung von *Bosmina* [?]) unterstützen jene Feststellung SEBESTYÉN's »... wonach der gegen Mitte der 40-er Jahre eingetretene Wechsel eine Steigerung der Eutrophie bedeute« (1953, p. 81.) und dass eine Veränderung in diesem Sinne — anscheinend — bereits seit der Mitte der 20-er Jahre verfolgt werden könne.

Zusammenfassung

Verfasser unternahm die Aufarbeitung eines Teiles der durch Professor Dr. HANKÓ im Jahre 1925 gesammelten Netzfilterproben mit der Zielsetzung, die Kenntnisse über die im offenen Wasser des Balatonsees eingetretenen Veränderungen mit neueren Angaben zu bereichern. Er bearbeitete und bewertete 53 Proben aus der Zeitperiode Mai—August mittels einer relativ-quantitativen Methode. Die in den Proben vorgefundenen (28) Arten bzw. Varietäten können in folgende Ordnungen eingereiht werden:

- 13 Cladoceren,
- 2 Ostracoden,
- 12 Copepoden,
- 1 Brachyura.

Die relative Populationsdichte der Cladoceren war im Vergleich zu jener der Copepoden, verglichen mit der gleichen Zeitperiode der 1950-er Jahre, wesentlich geringer. *Bosmina longirostris* f. *pellucida* STINGELIN erschien in den Proben von Ende Mai als allein dominierend, während sie sich in den Jahren 1947—49 bloss sporadisch vorfand (*Bosmina*-Verminderung?). *Daphnia galeate* G. O. SARS scheint einen gegensätzlichen Fall darzustellen; während nämlich 1925 bloss einige Exemplare entdeckt wurden, ist das 1948 gesammelte

Material bereits ziemlich reich an dieser Art. 1925 ist das Genus *Daphnia* nahezu ausschliesslich durch *D. cucullata* f. *kahlbergiensis* (SCHÖDLER) vertreten.

Das Crustaceen-Plankton wird in entscheidender Mehrheit von zwei Copepoden-Arten, von *Eudiaptomus gracilis* (G. O. SARS) und *Mesocyclops leuckarti* (CLAUS) gebildet; es scheint, dass die Populationsdichte der ersteren Art zu zwei Gelegenheiten anwächst. *Cyclops vicinus* ULJAN. fehlt fast gänzlich (aus den 53 Proben kam ein einziges Exemplar zum Vorschein), dagegen fand es sich in den 50-er Jahren in bedeutenden Mengen.

Der Wechsel im Crustaceen-Plankton von 1925 bis 1950 ist wahrscheinlich auf allochthone Verunreinigungen des Sees zurückzuführen (vgl. SEBESTYÉN 1953, p. 81.).

LITERATUR

- ENTZ, B., PONYI, J. E., TAMÁS, G. (1963): Sedimentsuntersuchungen im südwestlichsten Teile des Balaton, in der Bucht von Keszthely in 1962. — *Annal. Biol. Tihany* **30**, 103—125.
- ENTZ, G. jun. (1927): Über Peridineen des Balaton-Sees. — *Archivum Balaticum* **1**, 275—342.
- ENTZ, G., KOTTÁSZ, J., SEBESTYÉN, O. (1937): Quantitativ tanulmányok a Balaton biosestonján. — Quantitative Untersuchungen am Bioseston des Balaton. — *Magy. Biol. Kut. Munk.* **9**, 1—152.
- KOLKWITZ, R. (1950): Oekologie der Saprobien. Über die Beziehungen der Wasserorganismen zur Umwelt. — *Schriftenreihe des Vereins f. Wasser-, Boden- und Lufthygiene, Berlin-Dahlen* Nr. 4, *Piscator Verlag, Stuttgart*, pp. 64.
- LIEBMANN, H. (1962): Handbuch der Frischwasser- und Abwasserbiologie. — *VEB Gustav Fischer Verlag, Jena*, I, pp. 588.
- PONYI, J. E. (1960): Über im interstitialen Wasser der sandigen und steinigen Ufer des Balaton lebende Krebse (Crustacea). — *Annal. Biol. Tihany* **27**, 85—92.
- PONYI, J. E. (1962): Zoologische Untersuchung der Röhrichte des Balaton I. Krebse (Crustacea). — *Annal. Biol. Tihany* **29**, 129—163.
- PONYI, J. E. (1965): Crustacea-plankton-tanulmányok a Balatonon II. Adatok a *Daphnia* genus rendszertanának és cyclomorphosisának megismeréséhez. — *Annal. Biol. Tihany* **32**. (Crustaceen-Plankton-Studien im Balaton II. Beiträge zur Kenntnis der Systematik und Cyclomorphose des Genus *Daphnia*.)
- SEBESTYÉN, O. (1953): Mennyiségi planktontanulmányok a Balatonon II. Évtizedes változások. (Quantitative Planktonstudies in Lake Balaton II. Decennial changes.) — *Annal. Biol. Tihany* **21**, 63—89.
- SEBESTYÉN, O. (1960): Horizontális planktonvizsgálatok a Balatonon I. Tájékozódás a planktonrákok horizontális elterjedéséről. (Horizontale Planktonuntersuchungen im Balaton I. Über die horizontale Verbreitung der Planktonkrebse.) — *Annal. Biol. Tihany* **27**, 115—130.
- SEBESTYÉN, O. (1964): Horizontale Plankton-Untersuchungen im Balaton III. Weitere orientierende Untersuchungen über die horizontale Verbreitung der Planktonkrebse, mit besonderer Rücksicht auf die Verhältnisse der Bucht von Keszthely und deren Cladoceren-Krebse. — *Annal. Biol. Tihany* **31**, 223—243.
- VARGA, L. (1932): A Balaton pelágikus Rotatoriái. (Die pelagischen Rotatorien des Balaton-Sees.) — *M. Biol. Kut. Munk.* **5**, 51—63.

CRUSTACEA — PLANKTONTANULMÁNYOK A BALATONON I. RÉSZ
AZ 1925-BEN RÉVFÜLÖP ELŐTT GYŰJTÖTT HÁLÓSZÜREDEK-MINTÁK
VIZSGÁLATA

Összefoglalás

Ponyi Jenő

A szerző, Prof. Dr. HANKÓ 1925-ben gyűjtött hálószüredékmintáinak egy részét dolgozta fel, azzal a céllal, hogy újabb adatokkal járuljon hozzá a Balaton nyílt vízében lejátszó változások megismeréséhez. A május—augusztus hónapok közötti időszak 53 mintáját relatív-kvantitatív módszerrel vizsgálta és értékelte. A mintákban talált (28) faj, ill. varietas a következő rendekbe sorolható:

- 13 Cladocera,
- 2 Ostracoda,
- 12 Copepoda,
- 1 Brachyura.

A Cladocera-k relatív népsűrűsége a Copepodakhoz viszonyítva, az 1950-es évek hasonló időszakához képest, lényegesen alacsonyabb volt. *Bosmina longirostris* f. *pellucida* STINGELIN a május-végi mintákban egyeduralkodóan jelentkezett, ugyanakkor 1947—49 években csak szórványosan találták (*Bosmina* csökkenés?). A *Daphnia galeata* G. O. SARS esetében ez fordítottnak látszik, míg 1925-ben néhány példány került elő, addig az 1948-ban gyűjtött anyag már meglehetősen gazdag e fajban. 1925-ben a *Daphnia* genus-t szinte kizárólag a *D. cucullata* f. *kahlbergiensis* (SCHÖDLER) képviseli.

A Crustacea-planktont döntő többségben két Copepoda faj, az *Eudiaptomus gracilis* (G. O. SARS) és a *Mesocyclops leuckarti* (CLAUS) alkotja, az előbbi fajnak úgy látszik, hogy a népsége kétszer emelkedik. A *Cyclops vicinus* ULJAN. gyakorlatilag hiányzik (53 mintából 1 db került elő), az 50-es években viszont jelentős mennyiségben található.

A Crustacea-planktonban 1925-től 1950-ig bekövetkezett változás minden bizonynyal a tó külső szennyeződésével függhet össze (vö. SEBESTYÉN 1953, 81. o.).

ИЗУЧЕНИЕ РАКООБРАЗНЫХ ПЛАНКТОНОВ В БАЛАТОНЕ I.
ИССЛЕДОВАНИЕ ОБРАЗЦА ФИЛЬТРАТА САЧКА, СОБРАННОГО ПЕРЕД
РЕВФЮЛЭП В 1925 ГОДУ

Й. Поньи

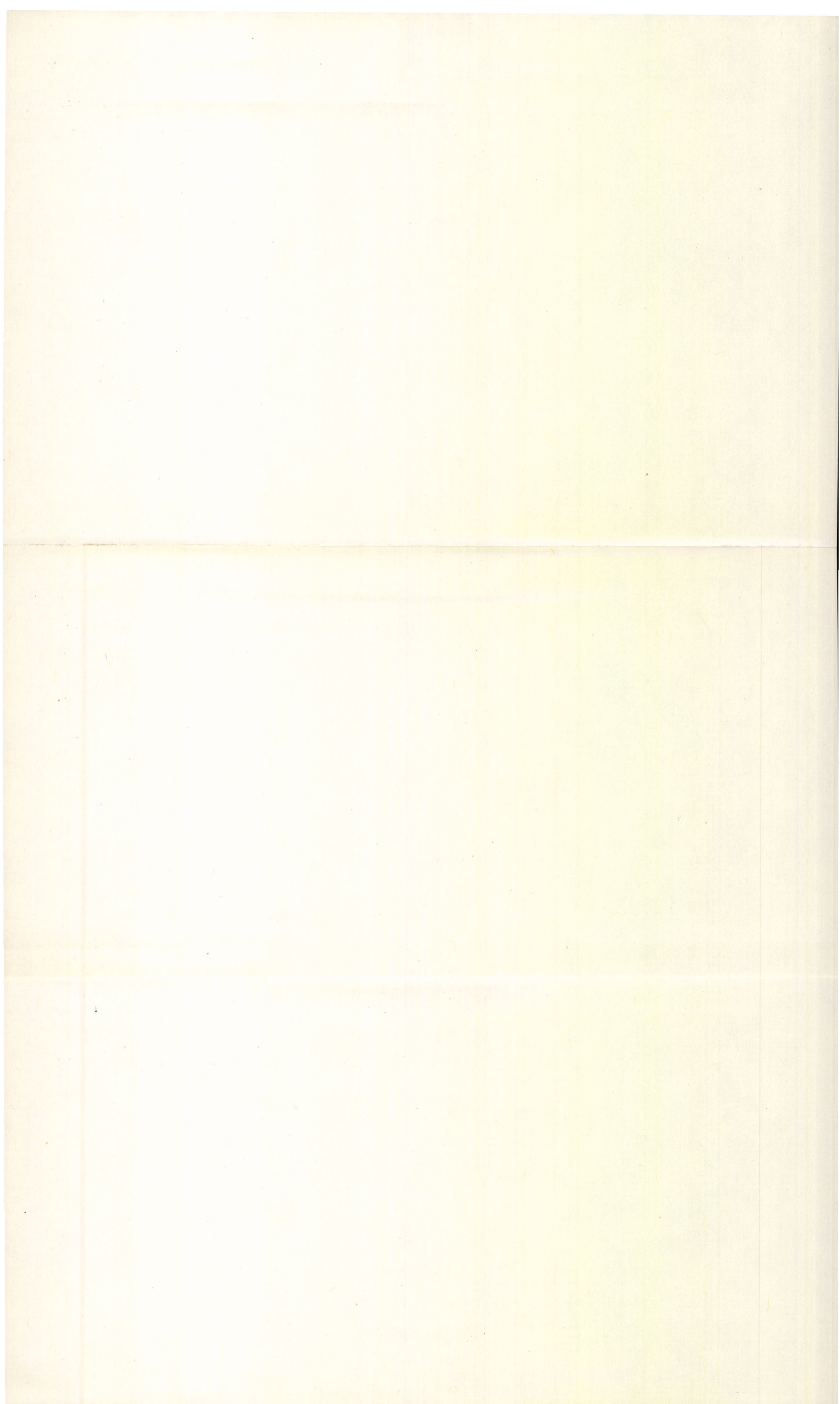
Автором была обработана часть образцов фильтрата сачка, собранных профессором Ханко, с целью получения дальнейших данных по изменению, разыгрывающимся в открытой воде Балатона. Было исследовано и оценено 53 образцов, собранных с мая по августу, относительно — количественным методом. Классы и подклассы обнаруженные в образцах, (число которых 28) относятся к следующим отрядам:

- Cladocera — Ветвистоустые — 13
- Cladocera — Ракушковые — 2
- Copepoda — Веслоногие — 12

Относительная плотность Cladocera по сравнению Copepoda была значительно ниже в образцах, чем в материале, собранном в этом же сезоне 1950 года. В образцах, собранных в конце мая, господствующим являлись *Bosmina longirostris* f. *pellucida* stingelin а в 1947—49 годах обнаруживались только единично (снижение *Bosmina*?). В нахождении *Daphnia galeata* G. O. Sars наблюдается обратная картина, в 1925 году нашли только несколько экземпляров а в 1948 году образец уже богат этим вилом. В 1925 году вид *Daphnia* был представлен почти исключительно с *D. cucullata* f. *kahlbergiensis* (Schödler).

Ракообразный планктон состоит главным образом из двух Copepoda: *Eudiaptomus gracilis* (G. O. Sars) и *Mesocyclops leuckarti* (Claus) численность первого вида увеличивается во два раза. *Cyclops vicinus* Uljan. практически отсутствует (в 53 образцах нашли только 1-ого экземпляра) а в 1950-ых годах обнаруживается уже в большом количестве.

Изучение ракообразных планктонов, наступающее с 1925 по 1950 годам по всей вероятности связано внешним загрязнением озера (см. Sebestyén, 1953. стр. 81.).



CRUSTACEEN-PLANKTONSTUDIEN AM BALATON II.**BEITRÄGE ZUR KENNTNIS DER SYSTEMATIK UND
CYCLOMORPHOSE EINIGER ARTEN DER GATTUNG *DAPHNIA***

JENŐ E. PONYI

Eingegangen: 5. Mai 1965

Einleitung

Aus den Netzfiltratproben von HANKÓ aus dem Jahre 1925 kamen einige geschlechtsreife *Daphnia*-Individuen zum Vorschein, die nicht in die »cucullata« Gruppe eingereiht werden konnten (PONYI 1965). Laut Zeugnis der auf den Balaton bezüglichen neueren Arbeiten (seit 1946) wird anhand der Planktonstudien betreffs der untersuchten Gattung nur »*Daphnia cucullata*« erwähnt.

Es hat sich in uns die Annahme befestigt, die auch von den früheren Balaton-Arbeiten bekräftigt wurde (DADAY 1897, ENTZ, KOTTÁSZ, SEBESTYÉN 1937), dass die Art *D. cucullata* G. O. SARS sich nicht nur aus mehreren Rassen zusammensetzt (SEBESTYÉN 1964, p. 233), sondern dass der Sammelname »cucullata«, mehrere, zumindest zwei selbständige Arten einschliessen mag. Zur sicheren Entscheidung haben sich die wenigen Exemplare mit »rundem« und »spitzem« Kopf, die in den aus 1925 stammenden Proben vorgefunden wurden als ungenügend erwiesen, trotzdem ihre Zugehörigkeit zur Art *Daphnia hyalina* LEYDIG festgestellt werden konnte.

Die Zielsetzung der vorliegenden Arbeit stimmt mit der des früheren Aufsatzes (PONYI 1965) überein, vielleicht mit dem Unterschied, dass wir zu den sich im offenen Wasser des Balaton abspielenden Ereignissen nicht mit der gemeinsamen Veränderung der Plankton Crustaceen sondern mit der Klärung der systematischen Frage einzelner *Daphnia* Arten beitragen möchten.

Von der Art *Daphnia hyalina* LEYDIG ist es allgemein bekannt, dass sie über eine sehr hochgradige Variabilität (Temporalvariation = Cyclomorphose) verfügt. Es ist also zweckmässig, die Untersuchungen an einem Material vorzunehmen, das von demselben Ort, unter gleichen Bedingungen, aus allen Jahreszeiten gesammelt wurde. Die Probe soll womöglich Netzmaterial¹ sein, damit geschlechtsreife Exemplare in je grösserer Menge zur Verfügung stehen.

Zu diesem Zwecke schien das von SEBESTYÉN gesammelte und bearbeitete Balatonsee-Material (1953) am geeignetesten. In der bezüglichen Mitteilung hat die Aufzeichnung, neben den relativen quantitativen Verhältnissen von *Daphnia cucullata*, der sog. »rundköpfigen«, »spitzköpfigen« und »hochhelmigen« Exemplare (Tab. 6) die Auswahl des Materials sowie die Annahme wesentlich gefördert, dass ein Teil der »spitzköpfigen« und »rundköpfigen« zu der vorerwähnten Art *D. hyalina* gehört.

DR. OLGA SEBESTYÉN hat das Material uns mit der grössten Bereitwilligkeit zur Verfügung gestellt, wofür wir auch an dieser Stelle unseren Dank aussprechen.

Material und Methode

Die Angaben betreffs der aus dem offenen Wasser vor Tihany stammenden, in 1948 gesammelten Netzprobe sind in der oben erwähnten Studie von SEBESTYÉN (1953, p. 69—73, Tab. 6) zu finden.

Das Material der Proben wurde in einer schmalen Schicht in Zählnapfe geschüttet und unter dem Binokular-Mikroskop — in Abhängigkeit vom *Daphnia*-Reichtum der Proben — je 20 bis 200 geschlechtsreife Exemplare ohne Auswahl herausgenommen. Dies war notwendig, um das prozentuelle Vorkommen der verschiedenen Formen (»Dominanz«) feststellen zu können. Die Detailzeichnungen der Glycerinpräparate wurden bei gleicher Vergrößerung mit Hilfe des ABBÉschen Zeichenapparates verfertigt.

Über die systematischen Verhältnisse der Gattung *Daphnia* mit besonderer Rücksicht auf die Arten »longispina«, »hyalina« und »cucullata«.

a) Taxonomische Probleme

»Bevor man die Erscheinung der Cyclomorphose erklärt hatte, wurde jede jahreszeitliche Form als eine selbständige Art beschrieben. Durch die Erkenntnis schmolzen die ehemals etwa 100 Bosmina-Arten auf zwei und die über 100 *Daphnia*-Arten auf sieben zusammen« schreibt SERNOW (1958 p. 325). Diese beiden Sätze schliessen im wesentlichen auch das systematische Problem der (hauptsächlich pelagischen) Arten der Gattung *Daphnia* in sich. Die im XVIII. bzw. XIX. Jahrhundert beschriebenen (O. F. MÜLLER, LEYDIG, G. O. SARS usw.) zahlreichen Arten hat LILLJEBORG (1900) schon auf 8 zusammengezogen, indem er mit genauen und gründlichen Untersuchungen auf Grund der Kopfstruktur die Arten *Daphnia longispina* O. F. MÜLLER 1875 und *D. hyalina* LEYDIG 1860 gut absonderte. KEILHACK (1909) hatte, offenbar unter Einfluss der anfänglichen Erkenntnis der Cyclomorphose die beiden Arten mit *D. cucullata* G. O. SARS 1862 zusammengezogen und erwähnt sie nur als Varietäten. Später (WAGLER 1923, 1937; RYLOV 1935) bezeichnet *D. cucullata* bereits als besondere Art, während *hyalina* weiterhin mit der *longispina* bald als var., bald als Unterart. BEHNING (1941) und neuerdings SCOURFIELD und HARDING (1958) kehren im wesentlichen zum Standpunkt LILLJEBORGS zurück, d. h. *longispina*, *hyalina*, *cucullata* sind wieder vollwertige Arten.

Die Ursache der Zusammenziehung bzw. Wieder-Separierung der oben erwähnten Arten ist über die gründlichere Erkenntnis der Cyclomorphose hinaus auch darin zu suchen, dass der »Wert« der angegebenen morphologischen Merkmale der variablen Arten (z. B. der *hyalina*) sich im Laufe der Zeit veränderte. Dieselben Merkmale wurden einmal als von der »Größenordnung« einer Art, das andere Mal einer Unterart oder Varietät betrachtet. Noch häufiger kommt vor, dass die einzelnen jahreszeitlichen Formen in die systematische Kategorie der Varietät gereiht werden und umgekehrt. In der Praxis des Systematikers ist die letztere Frage auch deshalb besonders schwer, da auch im Falle der kleineren Einheiten als die Art (Unterart, var.) die Erscheinung der Cyclomorphose beobachtet werden kann, obwohl sie von einigen Fällen abgesehen wenig bekannt ist (z. B. die Varietäten der *D. cucullata*; WAGLER 1937, p. 30). Eine weitere Schwierigkeit bedeutet der Umstand, dass im Verlaufe der Häutung der geschlechtsreifen Individuen gewisse morphologische Veränderungen auftreten können (WESENBERG—LUND 1939, p. 454,

Abb. 609). Eben deshalb wird von mehreren Autoren selbst die Berechtigung der obigen Fragestellung angezweifelt und die Varietäten *hyalina* und *cucullata* jede für sich als eine mit der Erscheinung der Cyclomorphose zusammenhängende Formveränderung betrachtet.

Über die Bewertung der in der Diagnose festgestellten Merkmale als Arten oder kleinere Einheiten hinaus wird viel Verwirrung durch die aus 3 bzw. 4 Gliedern bestehende Namensbezeichnung (Trinominalia, Quadriminomialia) je einer Art (Unterart, Varietät, Form) verursacht, hauptsächlich deshalb, weil es häufig vorkommt, dass dieselbe Art (Unterart usw.) mit verschiedenen Benennungen bezeichnet wird.

Zur Lösung der letzteren Frage liefert das ausgezeichnete Werk von BROOKS (1957) ein Beispiel, über welches AXELSON (1961) wie folgt berichtet: »BROOKS (1957) has given an extraordinarily good description and taxonomic study of the North American *Daphnia* in which he, in every species save one, avoids the use of trinominals or more. Unfortunately his classification can not be used to a full extent in Europe, but it is my opinion that there is a great need for a similar treatment of the European species« (p. 173.). Mit dieser Ansicht stimmen wir selbst im Prinzip überein, der Systematiker kann jedoch nicht zu lange warten, bis ein solches Werk fertiggestellt wird, da die Praxis zur eindeutigen Bestimmung der Arten mahnt. Nach unserer Ansicht sind vorläufig die Werke von LILLJEBORG (1900), WAGLER (1937), BEHNING (1941), SCOURFIELD und HARDING (1958) in Europa betreffs der Bestimmung der Gattung *Daphnia* massgebend, auf Grund deren der trinominalen Bezeichnung nicht entraten werden kann. Es soll immerhin bemerkt werden, dass die schwedischen Autoren AXELSON (1961) und PEJLER (1964) hauptsächlich aus taxonomischen Erwägungen z. B. anstatt der Bezeichnung *Daphnia hyalina* var. *galeata* G. O. SARS die einfachere *D. galeata* G. O. SARS benützen.

Die Kenntnis der pelagischen Daphnien des Balaton geht auf die Untersuchungen von RICHARD (1891) und DADAY (1888, 1897) zurück. Nach der Ansicht DADAYS ist *Daphnia Kahlbergiensis* SCHOEDL. »eine charakteristische Form« des Sees, welche sich »im Plankton in riesigen Mengen vermehrt« (1897, p. 161.). Auf Grund der »Form und Lage des Kopfhelmes« hält er die von ihm vorgefundenen anderen Arten bzw. Formen (*Daphnia Cederströmi* SCHOEDL., *D. galeata* SARS, *D. cucullata* SARS, *D. apicata* KURZ, *D. vitrea* KURZ) für die Varietas von *D. Kahlbergiensis*.

KOTTÁSZ (in: ENTZ—KOTTÁSZ—SEBESTYÉN 1937) unterscheidet 4 Formen:

1. *Daphne longispina* var. *longispina* O. F. MÜLLER,
2. *Daphne longispina* var. *hyalina* LEYDIG,
3. *Daphne longispina* var. *cucullata* G. O. SARS,
4. *Daphne longispina* var. *crystata* G. O. SARS.

Für die am häufigsten vorkommende »Form« halten diese Autoren die *cucullata*. G. ENTZ und O. SEBESTYÉN (1940) erwähnen die »im Sommer massenhaft auftretende« *Daphne longispina* aus dem offenen Wasser, unter Berufung darauf, dass »das Studium ihrer morphologischen Verhältnisse und der Beziehungen der einzelnen Varietäten zueinander sich jetzt im Zuge befindet« (p. 29.). Später († ENTZ—SEBESTYÉN 1946) wird bereits *Daphnia cucullata Kahlbergiensis* SCHOEDL erwähnt. In dieser Arbeit finden wir auch weitere Hinweise in Zusammenhang mit der Cyclomorphose der *D. cucullata* (p. 271, 272). Eine spätere Studie (SEBESTYÉN—TÖRÖK—VARGA 1951, p. 86.) erwähnt

nur *Daphnia cucullata* SARS, unter Berufung darauf, dass »im Balaton die Temporalvariation dieser Art noch nicht eingehend studiert ist«. SEBESTYÉN schreibt in ihrem neuesten Aufsatz (1964, p. 233.) das folgende: »Aus dem Genus *Daphnia* kommt im Faunakatalog des Balaton *Daphnia cucullata* G. O. SARS vor. Die bei der Sortierung der einzelnen Elemente des ziemlich umfangreichen Materials gemachten Erfahrungen lassen wiederum die Frage der Cyclomorphose der *Daphnia* des Balaton (eventuell der *Daphnia*-Rassen) in den Vordergrund treten.«

Die über die pelagischen *Daphnia*-Arten gebildeten verschiedenen Ansichten werden verständlich, wenn wir bedenken, dass über die Arten *D. longispina*, *D. hyalina* und *D. cucullata* auch die Spezialisten sehr verschiedene Meinungen unterhalten.

b) Differenzierung zwischen *Daphnia longispina*, *D. hyalina* und *D. cucullata*

Betreffs der Selbständigkeit der 3 Arten sind, wie wir sahen, die Ansichten der Spezialisten verschieden. Das am häufigsten gebrauchte Werk (WAGLER 1937) erkennt von den 3 Arten zwei an, während es *hyalina* nur als eine Varietät der *longispina* bezeichnet. Die Differential-Diagnose zwischen *longispina* und *cucullata* (dasselbst 28—29.) wird — in erster Reihe hervorgehoben — in der An- oder Abwesenheit des Naupliusauges angegeben. Das Naupliusauge ist in der Regel dann erkenntlich, wenn auch die Pigmente (Pigmentfleck) zu beobachten sind. Laut WAGLER kann es bei 3 von den hierher gereihten Varietäten (*galeata*, *hyalina*, *pellucida*) schwer oder kaum erkannt werden, in einzelnen Fällen mag es auch fehlen. LILLJEBORG (1900) schreibt hierüber wie folgt: *D. galeata*: »... der Augenfleck oder Ocell sehr klein, bisweilen fehlend« (p. 116.). *D. hyalina*: »Der schwarze Augenfleck oder Ocell ist sehr klein, bisweilen fehlend« (p. 105.). *D. pellucida*: »Der schwarze Augenfleck ist sehr klein oder fehlend« (p. 108.). Mit Rücksicht darauf, dass einzelne Arten auch über eine hochhelmige Form verfügen (z. B. *galeata*), ist ihre Absonderung von *cucullata* schwer und kann auch zu einem Irrtum führen, wenn nur der Nauplius-Augenfleck zugrunde gelegt wird. Hier sei es erwähnt, dass die den Nauplius-Augenfleck bildenden sog. »Pigmentkelche«, die sich dem Vorderteil des Cerebralganglions unmittelbar anschliessen, in Ermangelung von Pigment nur im Falle günstiger Fixierung zu sehen sind (Abb. 1). Bei einem mit 2%igem Formalin konservierten Tiermaterial ist die Zahl solcher Individuen sehr gering. Auch die Struktur des Kopfpanzers sowie die verschiedenen Substanzen und anhaftenden Algen stören die Beobachtung in hohem Grade.

BEHNING (1941), SCOURFIELD und HARDING (1958) haben auf Grund der Kopfstruktur (Rostrum, Antenne I und deren Lage, Kamm am Scheitel usw.) die *hyalina* von der *longispina* gut abgesondert und sind damit im wesentlichen zu den Feststellungen von LILLJEBORG (1900) zurückgekehrt, mit dem Unterschied, dass sie die zu *hyalina* s. str. gehörenden Unterarten (*galeata*, *lacustris*, *pellucida*) als Varietäten annehmen. Bei der Absonderung von *longispina*, *hyalina* und *cucullata* räumten sie nicht dem Nauplius-Augenfleck den ersten Platz ein, sondern dem am Kopf befindlichen oder fehlenden Kamm (»crest«, »киль«) der Beschaffenheit des Rostrums oder der Lage der Antenne I. usw.

Dem Nauplius-Augenfleck fiel bei der Abgrenzung der 3 Arten eine zweit- (SCOURFIELD—HARDING) oder drittrangige (BEHNING) Rolle zu.

Auch bei der Bestimmung der pelagischen *Daphnien* des Balaton verursacht es viel Schwierigkeit und Irrtum, wenn bei der Absonderung im ersten

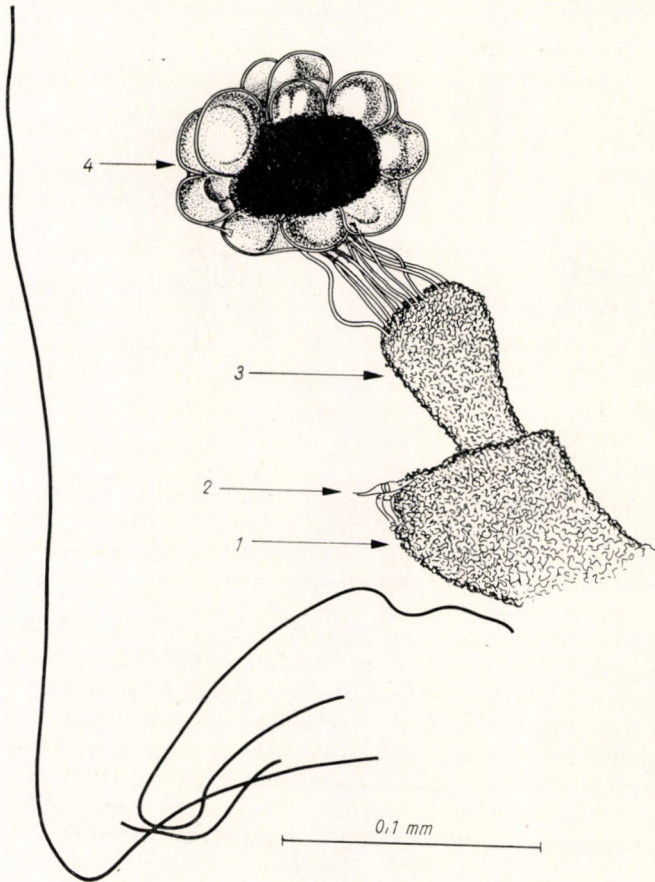


Abb. 1. *Daphnia hyalina* ♀: 1 = ganglion cerebrale; 2 — Nebenaugc (ohne Pigment);
3 — ganglion optiale; 4 — zusammengesetztes Auge
1. ábra. *Daphnia hyalina* ♀: 1 = ganglion cerebrale; 2 = mellékszcm (pigment nélkül);
3 = ganglion optiale; 4 = összetett szem

Schritt der Nauplius-Augenfleck verwendet wird. Schon DADAY (1888) hat die Wahrnehmung gemacht, dass bei diesem kleinen Organ das Pigment (der Farbstoff) vollständig fehlen mag und benützte diesen Umstand bei der Absonderung der Arten der Gattung *Daphnia*. Der pigmentlose Augenfleck kann aber — wie oben erwähnt — in vielen Fällen nicht wahrgenommen werden. So wurde z. B. *D. galeata* (die heute als Varietät der *hyalina* angesehen wird) zu *cucullata*, genauer zu *Kahlbergiensis* gereiht.

Die blassc Farbe einzelner typischcstcn Organismcn des Balaton wird allgemein mit der Trübhcit des Wassers in Zusammenhang gebracht und das

Unterbleiben der Pigmentation der beschränkten Menge des Lichtes zugeschrieben (ENTZ—SEBESTYÉN 1940). WUNDER (1930) gelangte in Zusammenhang mit seinen auf Fischen vorgenommenen Untersuchungen zur Folgerung, dass zwischen der Trübheit des Wassers des Balaton und der Tatsache, dass im See gerade solche Fische massenhaft vorkommen, deren Netzhautpigment Guanin enthält, ein biologischer Zusammenhang besteht. B. ENTZ (1943)

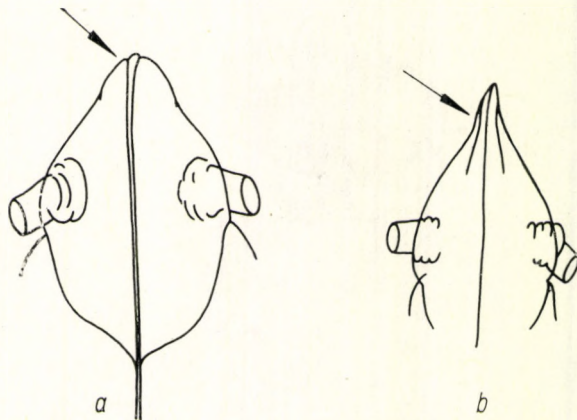


Abb. 2. Kopf der *Daphnia longispina* s. str. (a) und *Daphnia hyalina* (b) in Draufsicht (nach SCOURFIELD und HARDING, 1958) ♀♀

2. ábra. *Daphnia longispina* s. str. (a) és *D. hyalina* (b) feje felülnézetben (SCOURFIELD és HARDING után, 1958), ♀♀

schreibt anhand der statistischen Bewertung der Pigmentfleckzahl der *Corophium curvispinum* f. *devium* WUNDSCH Weibchen wie folgt: »Auf Grund dieser statistisch tatsächlich stichhaltigen Berechnungen könnte man daran denken, dass die aus der Donau in den Plattensee gelagten Formen mit entwickelter Pigmentation vielleicht einen Teil ihres Pigmentes verloren haben . . .« (ibid. p. 14.). Es wurde die Beobachtung gemacht (ENTZ—SEBESTYÉN 1940), dass die aus dem See geholten Exemplare von *Astacus leptodactylus* ESCHSCHOLZ längere Zeit in einem dem Sonnenlicht ausgesetzten Aquarium gehalten, nach der Häutung eine dunklere Farbe erhielten. KONOK (1961) stellte ebenfalls in Zusammenhang mit *Astacus leptodactylus* fest, dass bei der Population des Balaton eine »Pigment- und Chromatophorzahl Reduktion von verschiedenem Ausmass« beobachtet werden kann (p. 46.).

Es konnte auch ohne statistische Untersuchungen festgestellt werden, dass bei den Exemplaren der *Daphnia hyalina* G. O. SARS aus dem Balaton die Pigmentreduktion des Nauplius Augenflecks sehr hochgradig ist. Eine Pigmentation war sehr sporadisch an den Exemplaren des Winters und Vorfrühlings zu beobachten. Diese Erscheinung mag damit zusammenhängen, dass die Lichtbedingungen des Balaton-Sees gerade im Winter und im Vorfrühling am günstigsten sind (ENTZ, E. FILLINGER 1961). Eben deshalb konnten wir bei der Bestimmung der Arten (*longispina*, *hyalina*, *cucullata*) die folgende Differentialdiagnose zusammenstellen:

1 (2) Der Kamm am Kopf fehlt (Abb. 2a), der Kopf ist vorne stets abgerundet . . . *Daphnia longispina* (O. F. MÜLLER).

2 (1) Der Kamm des Kopfes ist stets entwickelt (*Abb. 2b*), der Kopf verfügt oft über eine helmförmige Vorlängerung.

3 (4) Das Rostrum ist mehr oder weniger spitz, die Antenne I. des ♀ von der rückwärtigen Kopflinie gegen den Körper zu abgebogen (*Abb. 3a*) und die Fühlborsten reichen nicht weiter als die Spitze des Rostrums . . . *D. hyalina* LEYDIG.

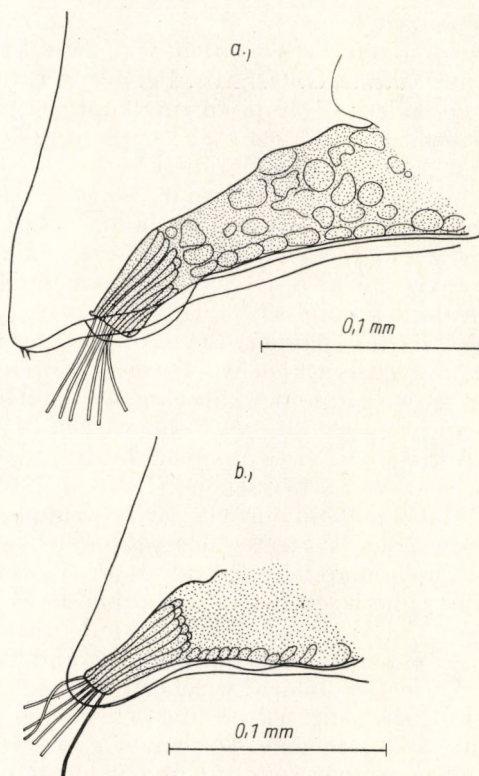


Abb. 3. Rostrum und Antenne I. bei *Daphnia hyalina* (a) und *D. cucullata* (b) ♀♀
 3. ábra. *Daphnia hyalina* (a) és *D. cucullata* (b) rostruma és I. antennája ♀♀

4 (3) Das Rostrum ist stumpf, die Antenne I. des ♀ von der rückwärtigen Kopflinie nicht abbiegend (*Abb. 3b*) und die Fühlborsten reichen weiter als die Spitze des Rostrums . . . *D. cucullata* G. O. SARS.

Bei der Absonderung der 3 Arten konnte die Zahl der ovalen Stacheln infolge ihrer grossen Variation nicht Anwendung finden. Den literarischen Angaben zufolge (LILLJEBORG 1900, BEHNING 1941 usw.) verfügt *longispina* über Stachelzahl von 12–20, *hyalina* 10–15, *cucullata* 6–9. Nach unseren Untersuchungen beträgt dagegen die Stachelzahl bei den *hyalina* des Platten-sees 8–12, der *cucullata* 5–9.

Das Vorkommen der Varianten von *Daphnia hyalina* LEYDIG und *D. cucullata* G. O. SARS im Balaton

a) In europäischer Beziehung werden die folgenden Varietäten der Art *hyalina* angenommen (in Klammern die vom Standpunkt der Differentialdiagnose wichtigsten Merkmale):

1. *hyalina* LEYDIG s. str. (runder Kopf, der ventrale Rand des Kopfes gerade oder nur sehr mässig konkav).

2. *lacustris* SARS (runder Kopf, der ventrale Rand des Kopfes entschieden konkav).

3. *pellucida* P. R. MÜLLER (runder Kopf, der ventrale Rand des Kopfes einigermassen konvex).

4. *galeata* SARS (spitzer Kopf).

Die *hyalina* des Balaton-Sees werden von zwei Varietäten vertreten: *lacustris* G. O. SARS und *galeata* G. O. SARS. Bei der *lacustris* haben wir 3 kleinere Abweichungen gefunden: die typisch rundköpfigen (»A«), mässig ovalen (»B«) und die entschieden ovalen (»C«) Exemplare. (Tafel I. 1—9; Abb. 28—36.) In März und April konnten nur die »A«, in Mai dominierend die »B« und von Ende Mai bis Ende September nur die »C« Exemplare beobachtet werden. Im November ist wieder »B« und im Januar »A« vorherrschend (Tab. I). Wir glauben nicht zu weitgehende Konsequenzen zu ziehen, wenn wir im Falle der *D. hyalina* var. *lacustris* SARS die Erscheinung der regelrechten Cyclomorphose zu entdecken glauben.

Was die andere Varietät (*galeata*) der *hyalina* anbetrifft, so können wir die anscheinend sehr abwechslungsreichen Formen in drei abweichende Gruppen einreihen: kleiner aber bestimmt wahrnehmbarer spitzer Kopf (»a«), lange gerade Spitzen (»b«) und typische *galeata* Formen (»c«). In der ersten Maihälfte ist »a«, von Juni bis August »b«, in September »b« und »c« (1 : 1) und in Oktober und November wieder »a« vorherrschend (I./10—15; Abb. 37—48). In den Winterproben (22. I.) fand sich ein einziges »a« Individuum, während von den vorfrühjährlichen Proben der Vertreter der *galeata* fehlte. Jedenfalls deutet das einzige Exemplar des Januarendes darauf, dass bei Prüfung eines grösseren Materials eventuell der volle Kreis der Cyclomorphose der *galeata* nachgewiesen werden kann. (Tab. I). Hier soll erwähnt werden, dass die *lacustris* »C« und *galeata* »A« Typen einander sehr nahe stehen und fast einen Übergang zwischen den beiden Varietäten bilden, welcher Umstand die Aufmerksamkeit auf die Annahme lenkt, dass die selbständig scheinende jahreszeitliche Veränderung der beiden Varietäten eine Erscheinung bildet. Die Entscheidung dieser Frage erheischt allerdings weitere Untersuchungen.

b) Über den Formenkreis der *Daphnia cucullata* G. O. SARS ist es sehr schwer in systematischer Beziehung eine Ansicht zu äussern, insbesondere seitdem HRBÁČEK (1959) nachwies, dass in der Ausbildung des Helmes der *Daphnia cucullata* den wichtigsten Faktor die Wasserzirkulation bildet. Wie bekannt, hat man die *cucullata* Varietäten gerade auf Grund der Helmform (Grösse oder Kleinheit), Vor- oder Nachbiegen usw. unterschieden.

WAGLER, einer der besten Kenner der Systematik der *cucullata* Frage hat anfangs (1923) 7, später (1937) 5 Varietäten bzw. Rassen unterschieden. Bei der Absonderung der einzelnen Formen hat er auch deren jahreszeitliche Formenveränderungen berücksichtigt. Auf Grund seines letzteren Werkes sind diese Rassen die folgenden (in Klammern die zur Differentialdiagnose notwendigen wichtigsten Merkmale):

1. *hermani* DADAY (über den ganzen Sommer mit niedrigem, rundem Kopf, in kleinen Seen).

2. *berolinensis* SCHÖDLER (im Frühjahr und Herbst rundköpfig, im Sommer mit kleinem, spitzem Helm).

Tabelle 1 — 1. Táblázat

Prozentuelle Verteilung der Formen von *Daphnia hyalina* Leydig und *D. cucullata* G. O. Sars aus dem Netzplanktonmaterial des Jahres 1948
Daphnia hyalina Leydig és *D. cucullata* G. O. Sars formáinak %-os megoszlása az 1948-ban gyűjtött hálós mintákban

„Abweichung” „Eltérés”	hyalina						cucullata					
	var. lacustris			var. galeata			s. f. berlinensis		s. f. apicata		s. f. kahlbergiensis	
	A	B	C	a	b	c	b/a	b/b	a/a	a/b	k/a	k/b
Kopfbreite Fejszélesség	0,560	0,492	0,404	0,421	0,422	0,527	0,344	0,357	0,503		0,360	0,342

Zeitpunkt der Sammlung Gyűjtési idő	hyalina			hyalina			cucullata		cucullata		cucullata	
	A	B	C	a	b	c	b/a	b/b	a/a	a/b	k/a	k/b
I. 7. (№ 84.)	71	29					33	67				
I. 22. (№ 89.)	75	25		+				100				
III. 10. (№ 93.)	100											
III. 22. (№ 95.)	100							14	43	43		
IV. 5. (№ 99.)	100								100			
IV. 9. (№ 101.)	100									100		
V. 11. (№ 108.)	15	55	5	20	5		11	12			77	
V. 25. (№ 110.)				50	50			4				96
V. 28. (№ 111.)			18	45	37			4			15	83
VI. 11. (№ 115.)			10		70	20						100
VI. 16. (№ 120.)			9	18	73							100
VI. 17. (№ 121.)			10	35	55							100
VII. 31. (№ 129.)			11	22	67							100
VIII. 13. (№ 131.)					100							100
VIII. 13. (№ 132.)			33		67							100
IX. 27. (№ 135.)			40		30	30					6	94
X. 13. (№ 137.)		19	45	36				6			23	71
XI. 10. (—)	6	35	12	27	13	7		9			91	

Erklärung: »Abweichung« — jahreszeitliche Formen und kleinere Varianten (Abweichungen) innerhalb derselben. Kopfbreite — die Länge der Geraden vor der Spitze des Rostrums zwischen dem II. und III. Antennenmuskel bis zum Dorsalis Rand in mm angegeben (weitere Erklärung im Text); + — sporadisches Vorkommen; (No 84.), (No 137.) — Bezugnahme auf die im Aufsatz von Sebestyén dargestellten Proben (1953, Tab. 6.)

Magyarázat

„Eltérés” = szezonális formák és az ezen belüli kisebb változatok (eltérések).

Fejszélesség = a rostrum csúcsától a II. és III. csápizom között húzott egyenes hossza a dorsalis szegélyig mm-ben megadva (bővebb magyarázat a szövegben).

+ = szórványos előfordulás.

(№ 84.), (№ 137.) = Hivatkozás Sebestyén dolgozatában szereplő mintákra (1953, 6. táblázat).

3. *kahlbergiensis* SCHÖDLER (zu Beginn und am Ende der Cyclomorphose mit abgerundetem Kopf, im Maximum der Cyclomorphose mit sehr hohem, spitzem, geradem Helm).

4. *incerta* RICHARD (im Maximum der Cyclomorphose mit sehr hohem, bei der Basis sehr breitem und fast im rechten Winkel nach rückwärts gebogenem Helm).

5. *procurva* POPPE (im Sommer mit vorwärts gebogenem Helm).

Bei den beiden Letzteren sind im Frühjahr und Herbst wenn auch mit geringerer Helmhöhe, die in Klammer mitgeteilten Eigenschaften erkenntlich.

BEHNING (1941) unterscheidet in den kaukasischen Gewässern 4 (*apicata* KURZ, *berolinensis* SCHÖDLER, *kahlbergiensis* SCHÖDLER, *procurva* POPPE), SCOURFIELD—HARDING (1958) in den englischen Süßwassern nur mehr drei Rassen:

1. *D. cucullata* G. O. SARS s. str. (»Crest often directed slightly backwards« p. 20.).

2. *D. c.* var. *kahlbergiensis* SCHÖDLER (zum Unterschied von der Stammform: »Crest very tall and directed straight upwards« p. 20.).

3. *D. c.* var. *apicata* KURZ (niedriger Kamm, ohne Spitze).

Anhand unserer Untersuchungen sowie der Kenntnis der Resultate der oben erwähnten vier Autoren und HRBÁČEK (1959) hat sich in uns die Ansicht ausgebildet, dass im Balaton die *Daphnia cucullata* G. O. SARS lebt. Im Winter und im Vorfrühling erscheinende »Varietäten« können nur als jahreszeitliche Formen (in der weiteren Folge j. F.) angesehen werden. Diese Annahme scheint auch mit der Theorie HRBÁČEK's übereinstimmen, derzufolge die Helmbildung in erster Linie mit der Wasserzirkulation zusammenhängt, die wieder zur Wasserfläche des Sees und zur Windwirkung proportional ist. Das Ergebnis seiner Laboratoriumsuntersuchungen stimmte mit jenem der Freilanduntersuchungen überein, wo die *cucullata* in Seen von 15 Hektar und mehreren kleineren Seen als 1 Hektar zum Vergleich gelangten. Für den Balaton scheint es bestimmt zu sein, dass die Windwirkung im Winter und im Vorfrühjahr die geringste ist (Eispanzer) und auch das scheint erwiesen, dass die Anwesenheit der kaum spitzten und rundköpfigen Exemplare auf diese Periode fällt, während die *kahlbergiensis* von Mai bis November vorzufinden ist. Wie überzeugend die Theorie auch zu scheinen vermag, bedarf die Frage im Falle des Balaton unbedingt der Überprüfung.

Die im Verlaufe unserer Untersuchungen im Balaton vorfindbaren *cucullata* können in 3 Gruppen eingeteilt werden:

1. j. F. *berolinensis* SCHÖDLER:

hat zwei Abweichungen (I./17 Abb. . . .)

»b/a« Abweichung: mit kleinem aber klar wahrnehmbarem Helm. Spitze abgerundet. Es ist zu bemerken, dass die Form mit *vitrea* KURZ (WAGLER 1923, p. 301.) übereinstimmt, aber infolge der Übergangsformen vor der *berolinensis* nicht abgesondert werden kann.

»b/b« Abweichung: mit niedrigem Helm und wahrnehmbarer Spitze (I./p. 16, 18, Abb. 58).

2. j. F. *apicata* KURZ:

es können zwei geringere Abweichungen »a/a« und »a/b« nachgewiesen werden; die erste rundköpfig, die zweite etwas oval (I./Abb. 20—23).

3. j. F. *kahlbergiensis* SCHÖDLER:

hat eine sehr hohe »k/b« und eine mittelhohe behelmte Variante »k/a« (I./p. 25, 26, 54, 56; Abb. 49—53).

Von der Cyclomorphose der *cucullata* können wir uns eine fast vollständige Vorstellung machen. Im Winter ist die *berolinensis*, im Vorfrühjahr die *apicata*, im Sommer und Herbst die *kahlbergiensis* j. F. die vorherrschende (Tafel I., Tab. 1). Die Kontinuität der Cyclomorphose kann mit Übergangsformen zwischen den j. F. verfolgt werden.

c) Bei den *hyalina* und teilweise auch bei den *cucullata* Arten des Balaton wurde noch eine erwähnenswerte Erscheinung beobachtet, deren Wesen darin besteht, dass mit der Erhöhung des Helmes (und der Abnahme der Körpergrösse?) die Zahl der analen Stacheln im Durchschnitt zurückgeht:

Daphnia hyalina

	Abweichung »A« = 10–12 Stacheln
var. <i>lacustris</i>	Abweichung »B« = 10–11 Stacheln
	Abweichung »C« = 9–10 Stacheln
var. <i>galeata</i>	Abweichung »a« = 9–10 Stacheln
	Abweichung »b« = 8–10 Stacheln
	Abweichung »c« = 8–9 Stacheln

Daphnia cucullata

j. F. <i>apicata</i>	= 7–8 Stacheln
j. F. <i>berolensis</i>	= 7–8 Stacheln
j. F. <i>kahlbergiensis</i> »k/a« Abweichung	= 6–7 Stacheln
j. F. <i>kahlbergiensis</i> »k/b« Abweichung	= 5–7 Stacheln

Diese Angaben sind nur von orientierendem Charakter. Zum Beweis des Zusammenhanges zwischen der Helmgrösse und der Reduktion der Stachelzahl bedürfte es der Untersuchung einer höheren Individuenzahl sowie Korrelationsrechnungen.

Die Stachelzahl der *D. hyalina* var. *lacustris* und var. *galeata* ist geringer als nach den literarischen Angaben bisher bekannt.

	Lilljeborg 1900 Schweden	Behning 1941 Kaukasus	Ponyi 1965 Balaton
var. <i>lacustris</i>	14	14–15	9–12
var. <i>galeata</i>	13–16	13–16	8–12

Die Zahl der analen Stacheln der var. *galeata* stimmt mit der der aus Nordamerika bekannten Unterart *D. galeata mendotae* (BIRGE) (n. comb. BROOKS) überein (BROOKS 1957).

Einige Bemerkungen zur Cyclomorphose der pelagischen Organismen des Balaton

Die Studie ist infolge ihrer Zielsetzung nicht berufen, das verwickelte Problem der Cyclomorphose auseinanderzusetzen. Anhand unserer Untersuchungen gelangten wir aber in den Besitz einiger Angaben, die geeignet sind, das bessere Verständnis der Cyclomorphose der pelagischen Organismen des Balaton zu fördern. Wie bereits in der Einleitung erwähnt, kann insbesondere die systematische Untersuchung (Bestimmung) der pelagischen *Daphnien* nicht ohne Berücksichtigung der Erscheinung der Cyclomorphose vorgenommen werden.

Die Tatsache der Cyclomorphose ist seit sehr langer Zeit bekannt (ZACHARIAS 1893, cit. ap. VARGA 1941, WESENBERG—LUND 1900), trotzdem ist die Erklärung der Erscheinung umstritten. Nach einer älteren Auffassung wurde die Cyclomorphose mit dem temperaturbedingten- und Viskositätswechsel des Wassers (WESENBERG—LUND 1900, OSTWALD 1902) bzw. mit den Vermehrungsverhältnissen (WOLTERECK 1913) in Beziehung gebracht. Neuerdings wurde der Wasserströmung eine erstrangige Bedeutung zugeschrieben (HRBÁČEK 1959, BROOKS 1947). Es ist wahrscheinlich, dass jeder der erwähnten Faktoren die Erscheinung mehr oder weniger zu beeinflussen vermag, aber je nach dem Charakter der Arten und der Gewässer andere Faktoren mit entscheidender Bedeutung auftreten können.

Über die jahreszeitlichen Formveränderungen der pelagischen Tiere des Balaton berichtet die Studie von VARGA (1941). Dieser Autor kam anhand der Untersuchung der Rotatorien zur Feststellung, dass im Gegensatz zu den Angaben der Literatur »die schwebenden Tierchen des Balaton . . . sich grösstenteils ganz gegenteilig benehmen« (p. 560.). Dies äussert sich darin, dass »die meisten schwebenden Rotatorienarten im Winter ihre Formen mit grossem Körper und langen Stacheln entwickeln, während die Sommergenerationen von viel kleinerem Körperbau sind und die Stacheln sich überhaupt nicht entwickeln« (p. 560.). Diese Gestaltung der Cyclomorphose kann — nach diesem Autor — keineswegs mit der Schwebetheorie von WESENBERG—LUND und OSTWALD erklärt werden. Nach VARGA wird das verkehrte Benehmen durch die mit der Seichtheit des Balatons zusammenhängenden Trübheit hervorgerufen, da »das trübe, mit winzigen schwebenden Körnchen gefüllte Wasser das Schweben der lebenden Organismen sehr erleichtert. Deshalb bedürfen sie im Frühjahr, Sommer und im Frühherbst keiner das Schweben betätigender Organe« (p. 576.). Deshalb ist seiner Ansicht nach die Schwebeformel von WESENBERG—LUND und OSTWALD betreffs der seichten und fast ständig trüben Seen zu modifizieren. Aus diesem Grunde nahm er in den Nenner der klassischen Formel noch einen Faktor, den »Seston-Wert« auf. Er schreibt seiner Theorie an Hand des schnabelförmigen Fortsatzes der umschlingenden Antenne von *Eudiaptomus gracilis* (WOYNÁROVICH 1938) und der ähnlichen Formveränderung des *Ceratium hirundinella* (ENTZ—SEBESTYÉN 1940) eine allgemeinere Geltung zu.

Die Cyclomorphose der pelagischen *Daphnien* des Balaton folgt aber nicht den VARGA'schen Vorstellungen, sondern gestaltet sich nach der Theorie von WESENBERG—LUND und OSTWALD. Hierauf macht der Verfasser selbst aufmerksam, indem er schreibt: »Nur *Daphnia longispina* zeigt die der Schwebetheorie entsprechende Cyclomorphose. Der eigenartige Helm des Kopfes ist im Sommer sehr lang und verschmälert sich noch dazu.« Ferner: » . . . für mich bereitete das Verhalten der *Daphnia longispina* die grösste Überraschung, denn ich kenne auf Grund der literarischen Angaben keinen einzigen anderen See, in welchem einzelne Mitglieder der schwebenden Lebewelt in ihrer Cyclomorphose sich gegenteilig betragen würden« (p. 569.).

Die »entgegengesetzte« Cyclomorphose der *Daphnia (hyalina, cucullata)* und der *Rotatoria (Keratella cochlearis und quadrata)* lässt eine Revision der Theorie VARGA's als gerechtfertigt erscheinen. Dies scheint auch die Untersuchung von RUTTNER—KOLISKO (1949) zu beweisen, deren Wesen RUTTNER (1962) wie folgt zusammenfasste: »Die früher verbreitete und in die Lehrbücher übernommene Ansicht, dass bei dem Rädertier *Keratella quadrata (Anuraea*

aculeata) die Formveränderungen (verschiedene Länge der Stacheln des Panzers) an den Generationszyklus, den Wechsel zwischen geschlechtlicher und ungeschlechtlicher Vermehrung, gebunden seien, hat sich als irrig erwiesen. Diese Art umfasst vielmehr eine Reihe von Unterarten, welche die Stachelnlänge und Felderung des Panzers erblich sind (*K. quadrata*, *hiemalis*, *testudo*) und nebeneinander vorkommen können.« (133. p.) Auf Grund dessen kann angenommen werden, dass die von VARGA eingehender untersuchten *Keratella*-Arten eventuell aus mehreren selbständigen Unterarten bestehen, deren Zusammenziehung die »verkehrte« Cyclomorphose herbeiführen konnte. Es ist zu bemerken, dass das Grossteil der Form *Keratella cochlearis* viel reicher und komplizierter ist (VOIGT 1957, p. 179.), als dass es auf die von VARGA erwähnten 4 Formen vereinfacht werden könnte (1941, p. 561.). Offenbar muss diese Frage mit grosser Gründlichkeit revidiert werden.

Das Auftreten der Erscheinung der Cyclomorphose verursacht an den Arten, Unterarten bzw. Rassen im wesentlichen eine morphologische Veränderung nach zwei Richtungen: »Diese Variabilität kommt in einer Veränderung der Grösse und in dem Auftreten oder Fehlen verschiedener morphologischer Einzelheiten zum Ausdruck« (SERNOW 1958, p. 324.). In den sog. warmen Seen (deren Temperatur im Sommer 16 °C übersteigt) scheint es gesetzmässig zu sein, dass im Falle sommerlicher Formen mit der Verkleinerung des Körpers die Anhänger des Körpers (bei *Daphnia* der Helm) sich vergrössern. Diese Erscheinung wurde durch die exakten morphometrischen Untersuchungen von WOLF (1955) bestätigt, der von der *Daphnia longispina* nachwies, dass die Körpergrösse und die Zyklizität des Helmes einen gegengesetzten Ablauf vertreten: »maximale relative Kopflänge und Minimum der Körperlänge im Hochsommer, kleinste relative Kopflänge und Maximum der durchschnittlichen Körpergrösse im Vorfrühling.« (p. 239.) Die pelagischen *Daphnien* des Balaton zeigen — auf Grund von ungefähren Angaben — eine ähnliche Erscheinung. Die Exemplare von grösstem Wachstum der *Daphnia hyalina* LEYDIG wurden dominierend im Winter und Vorfrühling, die der *D. cucullata* G. O. SARS aber nur im Vorfrühling vorgefunden.* Die Ausbildung des Helmes verhält sich verkehrt zur Körpergrösse. Im wesentlichen ähnliche Verhältnisse hat WESENBERG—LUND (1910, p. 16. Fig. 7) bezüglich der *D. hyalina* und *D. cucullata* des dänischen Esromsees festgestellt.

Jedenfalls gibt die Tatsache, dass der Charakter der Körpermass-Veränderung der Rotatoria des Balaton (*Keratella cochlearis*, *K. quadrata*, *Notholca longispina*) und der *Daphnia* identisch ist, d. h. im Winter und im Vorfrühling die grösste, im Sommer die kleinste ist, zu denken. Eine Veränderung ähnlichen Typs der Körperform lässt sich, wie wir sahen, auch in anderen Seen

* Die Zielsetzung unserer Untersuchungen war in erster Reihe eine systematische und nicht morphologische. Gründlichere und genauere Betrachtungen haben wir bezüglich des Kopfes der Tiere durchgeführt, als wir die Kopfbreite der verschiedenen Formen (WOLF 1955, p. 219.) massen, während wir die Veränderungen des Körpermasses nur ungefähr verzeichneten. Wir haben die Beobachtung gemacht, dass zwischen der Kopfbreite (der Geraden von der Spitze des Rostrums bis zum II.—III. Antennenmuskel) und der Körpergrösse eine Proportionalität besteht. Zu einer grösseren Kopfbreite gehört eine grössere, zu einer kleineren eine kleinere Körpergrösse. Diese Proportion haben wir nur zu Orientierungszwecken benützt. Die Kopfbreite der verschiedenen Formen der Arten *D. hyalina* und *D. cucullata* ist in der Rubrik »Kopfbreite« der Tab. 1. dargestellt. Die angegebenen Zahlen bedeuten an je 10 Exemplaren der dominierenden Formen gemessene Mittelwerte.

mit nicht trübem Wasser beobachten. Es ist daher fraglich, wie die Erscheinung der sog. »verkehrten« Cyclomorphose des Balaton zu bewerten ist. Die *Daphnien* zeigen jedenfalls die bekannte jahreszeitliche Erscheinung. Betreffs der Rotatoria werden, besonders auf Grund der Resultate von RUTTNER—KOLISKO (1949) neue Untersuchungen notwendig.

Zusammenfassung

Verfasser kam auf Grund der Untersuchung der im Jahre 1948 gesammelten Netzfiltrat-Proben zur Feststellung, dass die pelagischen *Daphnia* des Balaton aus zwei Arten (*Daphnia hyalina* LEYDIG und *Daphnia cucullata* G. O. SARS) bestehen.

Die jahreszeitliche Veränderung geht bei beiden Arten auf die in der Literatur bereits bekannte Weise vor sich. Auf Grund seiner eigenen Untersuchungen und der neueren Literatur ist er der Ansicht, dass die Theorie von VARGA der »verkehrten Cyclomorphose« (1941), die angeblich für den Balaton bezeichnend sei, einer Überprüfung bedarf.

LITERATUR

- AXELSON, J. (1961): On the dimorphism in *Cyclops scutifer* (Sars) and the cyclomorphosis in *Daphnia galeata* (Sars). — *Inst. Freshw. Res. Drottningholm* **42**, 169—182.
- BROOKS, J. L. (1947): Turbulence as an environmental determinant of relative growth in *Daphnia*. — *Proc. Nat. Acad. Sci.* **33**, 141—148.
- BROOKS, J. L. (1957): The systematics of North American *Daphnia*. — *Mem. Conn. Acad. Arts and Sci.* **13**, pp. 180.
- DADAY J. (1888): A magyarországi Cladocerák magánrajza. Crustacea Cladocera Faunae Hungaricae. (Die Monographie der Cladoceren in Ungarn.) — *Kir. Magyar Term. tud. Társ. Budapest*, pp. 128.
- DADAY J. (1897): Rákfélék (Crustacea). In: A Balaton tudományos tanulmányozásának eredményei. (Crustacea. In: *Ergebnisse des wissenschaftlichen Studiums des Balaton*. **2**, 1. rész. IX. szakasz 153—178. M. Földrajzi Társaság Balaton Bizottsága, Budapest.
- ENTZ B. (1943): Adatok a magyarországi *Corophium curvispinum* G. O. Sars forma devium Wundsch alaktanához és biológiájához. Beiträge zur Kenntnis der Morphologie und Biologie des *Corophium curvispinum* G. O. Sars forma devium Wundsch. — *Magy. Biol. Kut. Munk.* **15**, 3—41.
- ENTZ B., E. FILLINGER M. (1961): Adatok a Balaton fényklimájának ismeretéhez. (A víz zavarosságának okairól és kihatásairól.) Angaben zur Kenntnis des Lichtklimas des Balaton. (Über die Ursache der Wassertrübung und deren Auswirkungen.) — *Annal. Biol. Tihany* **23**, 49—89.
- ENTZ, G., KOTTÁSZ J., SEBESTYÉN O. (1937): Quantitativ tanulmányok a Balaton bioestonján. Quantitative Untersuchungen am Bioeston des Balaton. — *Magyar Biol. Kut. Munk.* **9**, 1—152.
- ENTZ G., SEBESTYÉN O. (1940): A Balaton élete. Das Leben des Balaton-Sees. — *Magyar Biol. Kut. Munk.* **12**, 1—169.
- ENTZ, G., O. SEBESTYÉN (1946): Das Leben des Balaton-Sees. — *Magy. Biol. Kut. Munk.* **16**, 179—411.
- HRBÁČEK, J. (1959): Circulation of water as a main factor influencing the development of helmets in *Daphnia cucullata* Sars. — *Hydrobiologia* **13**, 170—185.
- KEILHACK, L. (1909): Phyllopoda, Blattfüsser. In: BRAUER: *Die Süßwasserfauna Deutschlands*. Verlag von Gustav Fischer, Jena, H. **10**, pp. IV + 112.
- KONOK, I. (1961): Studies on the light- and darkadaptation of the colour of the crayfish, *Astacus leptodactylus* Eeschholz (Decapoda) controlled by the secretory activity of the central nervous system. — *Annal. Biol. Tihany* **23**, 29—47.
- LILLJEBORG, W. (1900): Cladocera Sueciae. — *Nova Acta Reg. Soc. Sci. Uppsala*, **19**, pp. 701.

- OSTWALD, W. (1902): Zur Theorie des Plankton. — *Biol. Zbl.* **22**, 596—605, 609—638.
- PEJLER, B. (1964): Regional-ecological studies of Swedish freshwater zooplankton. — *Zool. Bidr. Uppsala* **36**, 407—515.
- PONYI, J. E. (1965): Crustacea-plankton tanulmányok a Balatonon I. Vizsgálatok a Révfülöp előtti 1925. évből származó hálószüredék mintákon. (Crustacea Plankton Studien am Balaton I. Untersuchungen an Netzfiltratproben aus dem Wasser vor Révfülöp. 1925. — *Annal. Biol. Tihany* **32**.)
- RICHARD, J. (1891): Suxes Entomostracés du Lac Balaton. — *Bull. de la Sociét. Zoolog. de France*, 16. (cit. ap.: *Balaton tudományos tanulmányozásának eredményei*, **2**, 1. rész, 1897. 34.)
- RUTTNER — KOLISKO, A. (1949): Zum Formwechsel- und Artproblem von *Anurea aculeata* (Keratella quadrata). — *Hydrobiologia* **1**, 425—468.
- RUTTNER, F. (1962): Grundriss der Limnologie. 3. Auflage, *Walter de Gruyter et Co. Berlin* pp. 332.
- RYLOV, W. M. (1935): Das Zooplankton der Binnengewässer. — *Die Binnengewässer* **15**, pp. IX + 272.
- SCOURFIELD, D. K., J. P. HARDING (1958): A key to the British freshwater Cladocera with notes on their ecology. — *Freshw. Biol. Ass. Sci. Publ.* **5**, sec. ed. pp. 55.
- SEBESTYÉN O., TÖRÖK P., VARGA L. (1951): Mennyiségi plankton tanulmányok a Balatonon I. Quantitative plankton studies in Lake Balaton I. — *Annal. Biol. Tihany* **20**, 69—125.
- SEBESTYÉN, O. (1953): Mennyiségi plankton tanulmányok a Balatonon II. Évtizedes változások. Quantitative plankton studies in Lake Balaton II. Decennial changes. — *Annal. Biol. Tihany* **21**, 63—89.
- SEBESTYÉN O. (1964): Horizontale Plankton-Untersuchungen im Balaton III. Weitere orientierende Untersuchungen über die horizontale Verbreitung der Planktonkrebse, mit besonderer Rücksicht auf die Verhältnisse der Bucht von Keszthely und derer Cladoceren Krebse. — *Annal. Biol. Tihany* **31**, 223—243.
- SERNOW, S. A. (1958): Allgemeine Hydrobiologie. — *VEB Deutscher Verlag der Wissenschaften, Berlin*, pp. XII + 676.
- VARGA L. (1941): Néhány Balaton-tavi lebegő állatka szakaszos alakváltozásáról (Cyclomorphosis). Über die Cyclomorphose einiger Planktontiere des Balaton-Sees. — *Math. Nat. wiss. Anzeiger der Ung. Akad. d. Wissenschaften* **60**, 546—582.
- VOIGT, M. (1957): Rotatoria. Die Rädertiere Mitteleuropas. — *Gebrüder Borntraeger, Berlin-Nikolassee* pp. 508.
- WAGLER, E. (1923): Über die Systematik, die geographische Verbreitung und die Abhängigkeit der *Daphnia cucullata* Sars von physikalischen und chemischen Einflüssen des Milieus. — *Intern. Revue ges. Hydrobiol.* **11**, 41—88, 265—316.
- WAGLER, E. (1937): Crustacea, Krebstiere. In: BROEMER, EHRMANN, ULMER: Die Tierwelt Mitteleuropas. — *Verlag von Quelle und Meyer in Leipzig*, II, 2, 3—224.
- WESENBERG-LUND, C. (1900): Von dem Abhängigkeitsverhältnis zwischen dem Bau der Planktonorganismen und dem spezifischen Gewicht des Süßwassers. — *Biol. Zbl.* **20**, 606—619, 644—656.
- WESENBERG-LUND, C. (1910): Grundzüge der Biologie und Geographie des Süßwasserplanktons, nebst Bemerkungen über Hauptprobleme zukünftiger limnologischer Forschungen. — *Int. Revue ges. Hydrobiol. Suppl.* **3**, 1—44.
- WESENBERG-LUND, C. (1939): Biologie der Süßwassertiere. Wirbellose Tiere. — *Verlag von Julius Springer, Wien*, pp. 817.
- WOLF, K. (1955): Morphometrische Studien an *Daphnia longispina* und quantitative Untersuchungen am Zooplankton des Rotsees. — *Schweiz. Z. Hydrol.* **17**, 217—258.
- WOLTERECK, R. (1913): Über Funktion, Herkunft und Entstehungsursachen der sog. »Schwebefortsätze« pelagischer Cladoceren. — *Zoologica* **26** (67), 474—550.
- WOYNÁROVICH, E. (1938): Die jahreszeitliche und fluktuierende Variation von *Diaptomus gracilis* G. O. Sars im Balatonsee. — *Magy. Biol. Kut. Munk.* **10**, 148—153.
- WUNDER, W. (1930): Bau und Funktion der Netzhaut beim Zander (*Lucioperca sandra* Cuv. und Val.) und einigen anderen im Balatonsee häufigen Fischarten. — *Z. f. vergl. Physiologie* **11**, 749—766.

CRUSTACEA-PLANKTONTANULMÁNYOK A BALATONON II. RÉSZ
ADATOK A DAPHNIA GENUS RENDSZERTANÁNAK ÉS CIKLOMORFÓZISÁNAK
MEGISMERÉSÉHEZ

Összefoglalás

Ponyi Jenő

A szerző az 1948-ban gyűjtött hálósüredék-minták vizsgálata alapján arra a megállapításra jutott, hogy a Balaton pelagikus *Daphnia*-it két faj (*D. hyalina* LEYDIG és *D. cucullata* G. O. Sars) alkotja.

Mindkét faj szezonális változása az irodalomban már ismert módon megy végbe. Saját vizsgálatai és az újabb irodalom alapján úgy véli, hogy a Varga-féle „fordított cyclomorphosis” teóriát (1941), amely a Balatonra jellemző lenne, felül kell vizsgálni.

ИЗУЧЕНИЕ РАКООБРАЗНЫХ ПЛАНКТОНОВ В БАЛАТОНЕ II.
ДААННЫЕ К ПОЗНАНИЮ СИСТЕМАТИКИ И ЦИКЛОМОРФОЗЫ ВИДОВ *Daphnia*

Й. Поньи

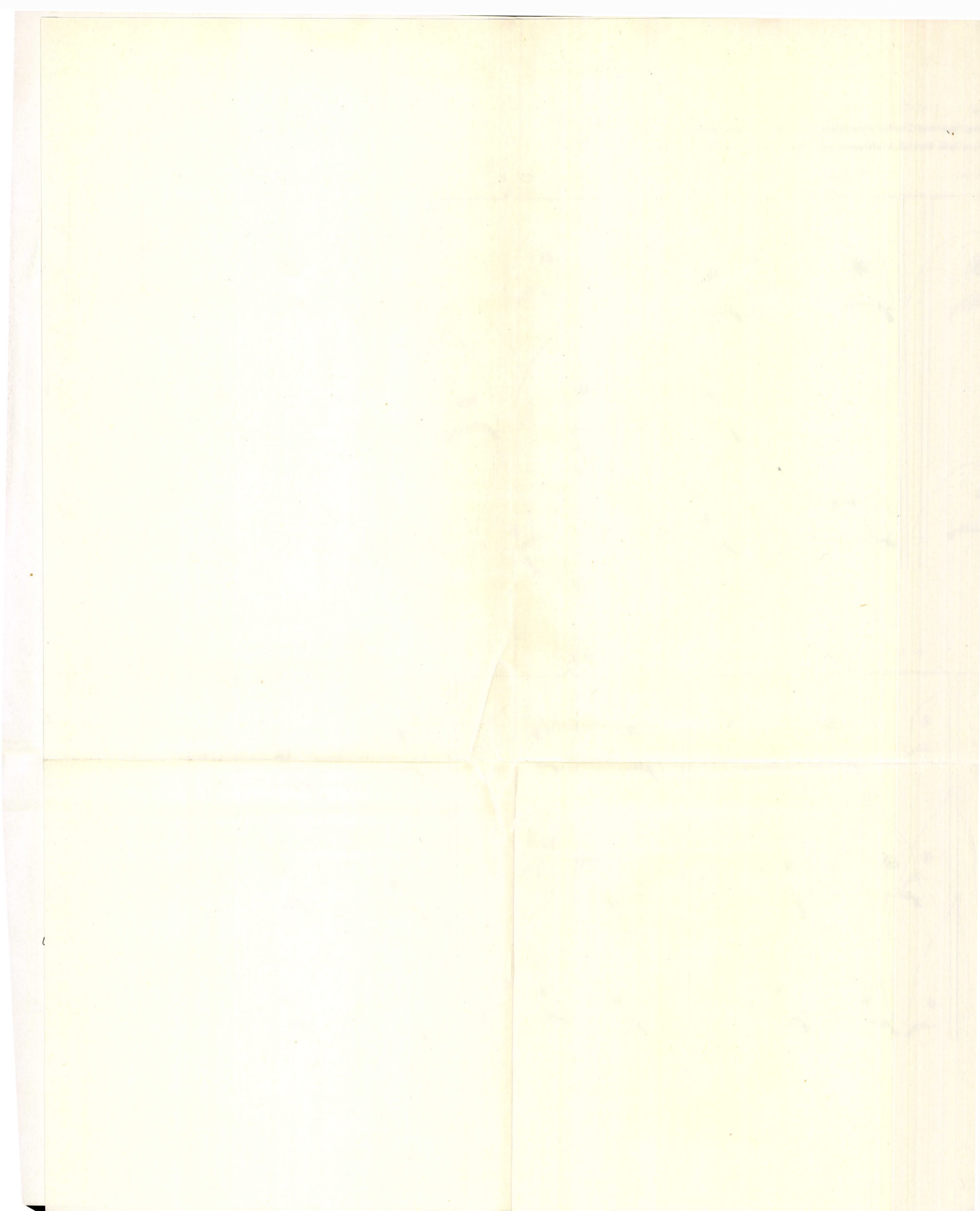
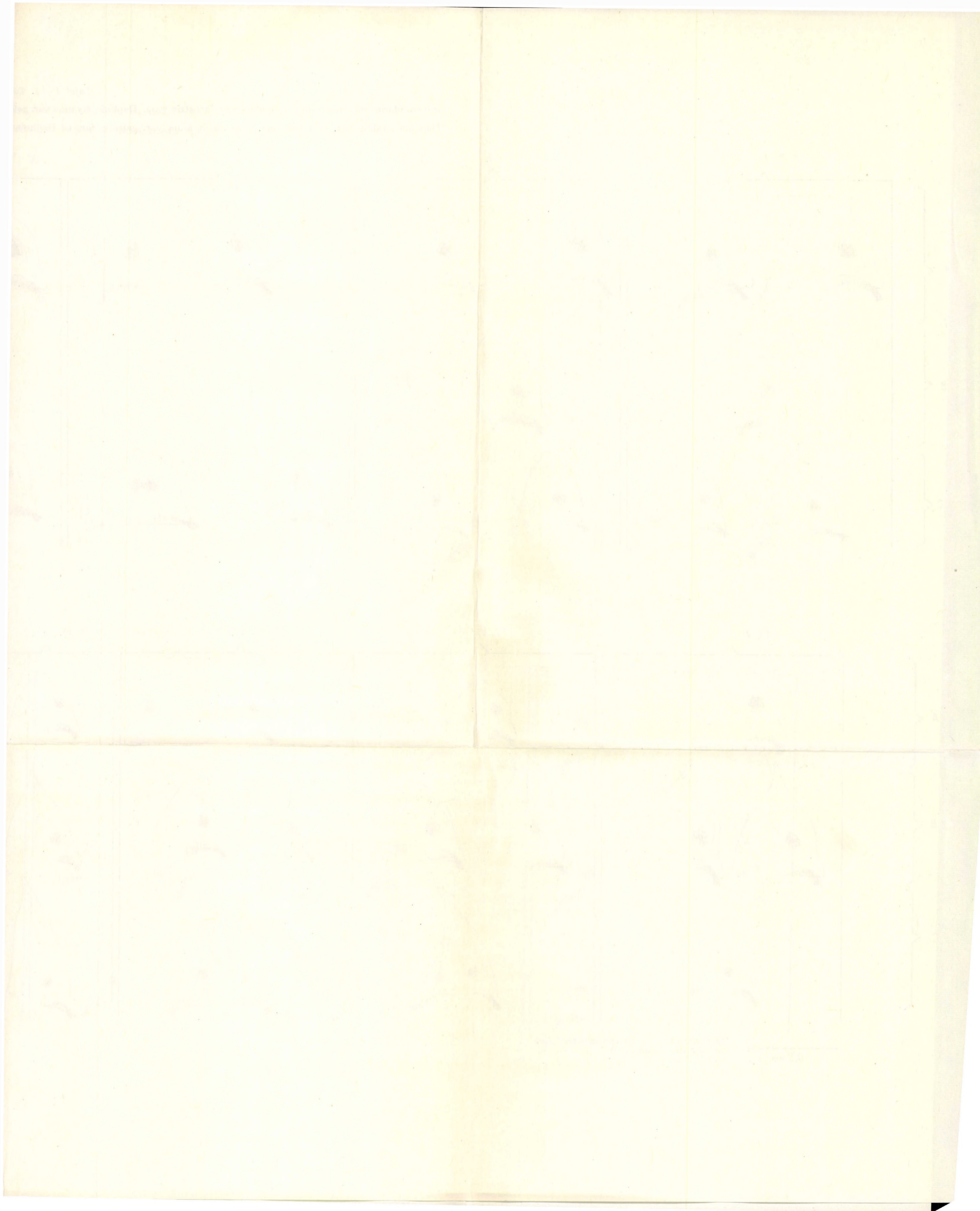
Автор на основе изучения образца филотрата сачка собранного в 1948 году, пришел к выводу, что пелагические виды балатонского *Daphnia* относятся к двум видам, а именно *D. hyalina* Leydig и *D. cucullata* G. O. Sars.

Сезональные изменения обоих видов происходят по известным способом, описанным в литературе. На основе своих и новейших литературных данных автор считает, что теорию «обратной цикломорфозы» имени Варга, которая как — будто характерно для Балатона, надо пересматривать.

Tafel 1 — 1. Tábla
 Formveränderungen von *Daphnia hyalina* var. *lacustris* Sars, *Daphnia hyalina* var. *galeata* Sars und *Daphnia cucullata* Sars während eines Jahres (7.1 — 10.11)
Daphnia hyalina var. *lacustris* Sars, *Daphnia hyalina* var. *galeata* Sars és *Daphnia cucullata* Sars alakváltozásai egy teljes éven keresztül (1.7 — 11.10)



0,5 mm
 A = *Daphnia hyalina* var. *lacustris* Sars
 B = *D. h.* var. *galeata* Sars
 C = *D. cucullata* Sars



ZOOLOGISCHE UNTERSUCHUNG DER RÖHRICHTE DES BALATON

II. Wassermilben (Hydracarina)*

LEONORA PONYI

Eingegangen: 1. März 1965

Die Botanische Abteilung der Biologischen Forschungsanstalt der Ungarischen Akademie der Wissenschaften hat im Jahre 1956 innerhalb ihres Themas »Die Primäre-Produktion der Gewässer« auch die Röhrichte des Balaton-Sees studiert. TÓTH und Mitarbeiter (FELFÖLDY und TÓTH, 1957; TÓTH 1960, 1960a; TÓTH, FELFÖLDY und SZABÓ 1961) haben den Beweis dafür erbracht, dass das einheitlich erscheinende Balaton-Röhricht (*Scirpeto-Phragmitetum*) in Typen zerlegt werden kann. Eine besondere Bedeutung besitzt die *Fontinalis*-Zone, da diese innerhalb des gut entwickelten Röhrichts sich nur unter bestimmten Umweltbedingungen in gemeinsamer Gegenwart von genügend O₂ und freier CO₂ entwickelt.

Über die Wassermilben der Röhrichte des Balaton stehen uns nur sehr wenige Angaben zur Verfügung. DADAY (1897, 1903) erwähnt aus dem ganzen Balatongebiet insgesamt 16 Arten. Zu seinen Sammelstellen gehört das Röhricht noch nicht. SZALAY (1926, 1927) klassifiziert die Sammelgebiete in Verbindung mit seinen in Révfülöp und unmittelbarer Umgebung davon durchgeführten Unternehmungen auf Grund der in grossen Mengen auftretenden Vegetation. Er unterscheidet:

1. die Uferzone (Graszone); 2. die *Phragmites*- und *Scirpus*-Zone; 3. die *Potamogeton*-Zone und 4. die Algenzone oder Schlamm. Gleichzeitig lenkt er die Aufmerksamkeit in Verbindung mit den Lebensmöglichkeiten der Hydracarinen auf die Wichtigkeit der Makrovegetation.

In Zusammenhang mit unseren Untersuchungen erwarten wir Antwort auf die Frage, in welchem Ausmass die Inhomogenität der Röhrichte und die sich daraus ergebenden mechanischen, optischen, chemischen Unterschiede usw. die horizontale Verbreitung der Wassermilben beeinflussen. Es ist gerechtfertigt, diese Frage aufzuwerfen, da sie betreffs der Krebse als erwiesen erscheint (PONYI 1962). Unsere Untersuchungen sollen ferner Beiträge zur weiteren Erkenntnis der Hydracarinen des Balaton liefern.

Seit 1962 haben mehrere Forscher Wassermilben von verschiedenen Orten des Balaton gesammelt, die von SZALAY (1955, 1956) bearbeitet wurden, der eine ausführliche Übersicht über die aus dem Balaton bisher bekannten 31 Arten erteilt.

* Der erste Teil der Mitteilung erschien im *Annal. Biol. Tihany* 29, 129—163, 1962.

Ort der Untersuchungen und Methode der Sammlung

In den Monaten Juli und August 1959 haben wir in den gutentwickelten Röhrichten der Bucht von Palóznak und der Ortschaft Balatonudvari Untersuchungen angestellt. TÓTH und Mitarbeiter (1960, 1960a, 1961) haben an den beiden Orten die Röhrichttypen ausführlich studiert. Auf Grund dieser Untersuchungen können die Sammelorte wie folgt gekennzeichnet werden:

1. Röhricht der Bucht von Palóznak

Etwa 140 m breit. Vom offenen Wasser gegen das Ufer zu schreitend ist in der äussersten Zone *Scirpeto-Phragmitetum phragmitetosum* (a) zu finden, dessen Breite 48—55 m, Wassertiefe 180—190 cm beträgt. Für diese Zone ist es kennzeichnend, dass darin ausser dem Schilf nur einige Pflanzen der Wasservegetation leben, deren Grossteil ist abgebrochenes Schwemmsel.

Die nächste Zone ist das *Scirpeto-Phragmitetum fontinalosum* (b) sowie das *Sc.-Ph. hydrocharosum* (c). Infolge des niedrigen Wasserstandes konnten die beiden Typen nicht getrennt werden (TÓTH 1960), so dass wir selbst sie als ein Sammelgebiet betrachteten, dessen Breite 62—76 m, Wassertiefe 10—90 cm beträgt. Ausser dem Moos *Fontinalis antipyretica* wird dieser Abschnitt noch durch Wasservegetation, besonders durch *Hydrocharis morsus-ranae* gekennzeichnet.

Die ufernächste Zone ist das *Sc.-Ph. magnocaricosum* (d), dessen Breite 30—35 m, Wassertiefe 10—5 cm beträgt. Neben den sporadischen Begleitern der Wasservegetation sind hier auch Pflanzen der Sumpfkrautschicht (*Sium latifolium*, *Galium palustre*, *Rumex hydrolapathum*, *Mentha aquatica* usw.) vorzufinden.

2. Das Röhricht vor Balatonudvari

Seine Breite beträgt 80 m. Das *Sc.-Ph. phragmitetosum* ist 21—30 m, das *Sc.-Ph. fontinalosum* 21—25 m breit. Die Wassertiefe der ersteren Zone beträgt 176—122 cm, die der letzteren 50—5 cm.

Bei der Untersuchung der auf der submersen Fläche der Wasserpflanzen lebenden Tiere tauchen, wie von mehreren Autoren hervorgehoben wird (MESCHKAT, 1934; ENTZ, 1947; SMYLY, 1952; PONYI, 1962) sehr viele methodische Schwierigkeiten auf. Diese ergeben sich daraus, dass die Bindung der die Makrovegetation bevölkernden Organismen an die Pflanzen eine durchaus verschiedene ist. Diese Erscheinung hängt ausser der Beweglichkeit des Tieres mit den Ernährungs- und anderen ökologischen Verhältnissen zusammen. Besonders viele Schwierigkeiten zeigen sich bei der Untersuchung der Röhrichte, wo von den wohl bewährten im offenen Wasser und bei der Wasservegetation gebräuchlichen Methoden (z. B. MACANSCHES Sammelinstrument oder Bedeckung der Wasserpflanzen mit einem Netz) abgesehen werden musste. Bei diesen Untersuchungen haben wir es mit dreierlei Sammelmethode versucht. Der Rohrbewuchs wurde mit der modifizierten MESCHKATSCHEN Methode, das Wasser zwischen den Rohrpflanzen mit der MEYERSCHEN Schöpfflasche, und die Oberfläche des »Schlammes« mit dem Schlammstecher (Ø: 2,5 cm) untersucht. Nur mit der ersten Methode erhielten wir eine Menge von Wassermilben, die zum Vergleich der einzelnen Subassoziationen genügte.

Die im Rohraufwuchs lebenden Hydracarinae wurden mit Hilfe der Methode von MESCHKAT (1934) gesammelt, mit dem wesentlichen Unterschied, dass das Herausheben des Rohres der Wassertiefe entsprechend mit Glasröhren von verschiedener Länge und einem Durchmesser von etwa 5 cm erfolgte.** Der aus dem Wasser hervorragende Teil des Schilfes wurde sehr vorsichtig zerschnitten, alsdann das Glasrohr vorsichtig auf den unter dem Wasser befindlichen Teil aufgezogen und der untere Teil des Schilfes zerschnitten. Die Mündung des Schilfes unten zuhaltend wurde das Ganze herausgehoben. Das im Glasrohr befindliche Wasser sowie der abgekratzte Aufwuchs wurden in gesonderten Glasgefässen untergebracht. Mit Rücksicht darauf, dass gleichzeitig mehrere Tiergruppen untersucht worden sind (siehe PÖNYI 1962), wurde das Material mit 4%igem Formalin fixiert. Die zur qualitativen Bestimmung der Wassermilben gesammelten Individuen wurden an Ort und Stelle ausgewählt und in KOENIKE-Lösung konserviert. Zwecks Vergleichbarkeit der in den einzelnen Subassoziationen gesammelten Exemplare haben wir in jedem Falle die Länge des Rohrs von denen wir den Aufwuchs abgekratzt haben, sowie den Querschnitt gemessen. Aus diesen beiden Angaben haben wir für jede Sammelstelle die Rohrfläche berechnet, aus dessen Aufwuchs unsere Tiere stammten. Z. B. haben wir im Falle des Profils von Palóznak betreffs der Zone »a« eine zöttige Rohroberfläche von 28,407 bzw. 28,175 dm², betreffs der Zone »b« 20,127 dm² und betreffs der Zone »c« 9,229 dm² untersucht. Die Zahl der aus verschiedenen Subassoziationen stammenden Wassermilben-Individuen haben wir auf eine Fläche von 1 dm² bezogen und die Auswertung auf dieser Grundlage vorgenommen.

Übersicht der vorgefundenen Arten

Von den Röhrichtarten von Palóznak und Balatonudvari haben wir insgesamt 12 Hydracarina-Arten gesammelt, von denen 9 zu Hydracarinae und 3 zur Familie Porohalacaridae gehören.

1. *Hydrachna* sp.

Palóznak. 9. VII. 1959. 1 Ia. aus dem äusseren wellenbeschlagenen Teil des *Sc.-Ph. phragmitetosum*.

2. *Limnesia undulata* (O. F. MÜLL.).

Palóznak. 9. VII. 1959. 2 ♂, 6 ♀, 34 ny. Balatonudvari 12. VIII. 1959. 2 ♂, 4 ♀, 4 ny. Sowohl im *Sc.-Ph. phragmitetosum* als auch in der b + c Zone von häufigem Vorkommen. Die Mehrzahl wurde im inneren Teil der Röhrichtzone vom offenen Wasser her vorgefunden.

** Das „Emporheben mit dem Wasserrohr“ hat auch eine grosse Bedeutung, wenn wir über das Vorkommen der in den verschiedenen Zonen vorhandenen Arten ein Bild zu erhalten wünschen. Z. B. stellte sich in den Subassoziationen des *Sc.-Ph. fontinalosum* + *hydrocharosum* heraus, dass 20% der gesamten geschlechtsreifen Tiere, etwa 40% der Nymphen + Larven in dem Wasser um den vorsichtig herausgehobenen Schilfaufwuchs zu finden ist. Dieses Beispiel zeigt, dass das einfache Emporziehen des Schilfs eventuell zu einem sehr entstellten Ergebnis führen kann. Wenn die Proben aus verschiedener Tiefe stammen, kann sich die abwaschende Wirkung des Wassers auf verschiedene Art geltend machen d. h. der Milbenverlust der Proben wird ein verschiedenes Ausmass haben.

3. *Unionicola* sp.

Palóznak. 9. VII. 1959. 27 ny. Balatonudvari 12. VIII. 1959. 23 ny. Wir haben wahrscheinlich junge Exemplare der *Unionicola crassipes* eingesammelt. Abgesehen von dem Rande des Röhrichts am offenen Wasser überall vorzufinden. Lebt in verhältnismässig grosser Zahl (17) im Inneren des Röhrichts vor der *Fontinalis*-Zone.

4. *Unionicola (Hexatex) crassipes* (O. F. MÜLL.)

Palóznak. 9. VII. 1959. 1 ♂, 2 ♀. Balatonudvari 12. VIII. 1959. 2 ♂. In Palóznak im inneren Teil des *Sc.-Ph. phragmitetosum*, während in Udvari auch im Uferteil des Röhrichts in geringer Zahl vorgefunden.

5. *Neumania vernalis* (O. F. MÜLL.)

Palóznak. 9. VII. 1959. 2 ♂, 1 ♀, 6 ny. Kam in erster Reihe aus der zusammengezogenen b + c Zone hervor. Für die Fauna des Balaton neu.

6. *Piona* sp.

Palóznak. 9. VII. 1959. 7 ny. 15 la. Balatonudvari. 12. VIII. 1959. 6 ny. 4 la. Kommt abgesehen vom wellenbeschlagenen Rand des Röhrichts am offenen Wasser in allen drei Zonen, doch am häufigsten in den beiden mittleren Zonen vor.

7. *Piona conglobata conjugula* KOEN.

Palóznak. 9. VII. 1959. 1 ♂, 2 ♀. Die kleine Anzahl von Tieren lebt im *Sc.-Ph. phragmitetosum*. Neu für die Fauna des Balaton.

8. *Brachypoda versicolor* (O. F. MÜLL.)

Palóznak. 9. VII. 1959. 13 ♂, 18 ♀, 58 ny, 2 la. Balatonudvari. 12. VIII. 1959. 8 ♂, 6 ♀, 1 ny. Die von mehr als 100 Exemplaren repräsentierte Art sammelten wir allein vom *Sc.-Ph. fontinalosum* + *hydrocharosum*.

9. *Arrenurus* sp.

Palóznak. 9. VII. 1959. 1 ny. Obwohl jeder Autor aus dem Balaton mehrere Arten von dieser Gattung erwähnt, gelang es uns nur ein unentwickeltes Exemplar aus der *Fontinalis*-Zone einzusammeln.

10. *Porohalacarus alpinus brachypeltatus* VIETS.

Palóznak. 9. VII. 1959. 6 ♂, 12 ♀, 7 ny. Balatonudvari. 12. VIII. 1959. 1 ♂, 6 ♀, 4 ny. Seit der Beschreibung von VIETS (1927) zahlreiche literarische Angaben die Unterart mit der Stammform zusammen. Unsere Exemplare zeigen eine typische Übereinstimmung mit dem von VIETS (1936) beschriebenen und abgezeichneten Exemplar. Die Anzahl der Geschlechtsporen ist je 4. Kein einziges Exemplar wurde vorgefunden, das mehr Poren hätte. Die Körperlänge des Weibchens beträgt ohne Palpi 0,29—0,27 mm, die des Männchens 0,28—0,27 mm. Die Länge des Geschlechtshofes beim ♀ verhält sich zur Breite wie 1 : 0,9 (*Abb. 1*). Die Unterart ist, gegenüber der grossen Verbreitung der Stammform, nur von wenigen Orten bekannt. So wird sie z. B. von VIETS (1927c) aus Deutschland, bei Bremen erwähnt, wo sie aus einer mit Schilfrohr bewachsenen torfiger Pfütze gesammelt wurde. COOREMAN (1954) fand sie in Belgien sogar an zwei Orten, nämlich auf 30 Meter vom Ufer des

Chôdir-Baches in einem Sphagnetum und in einer kleinen Pfütze mit Torfunterlage. In unseren gesammelten Proben kommt sie mit Ausnahme der dem offenen Wasser zugewendeten Seite des Röhrchets in allen Typen, selbst in unmittelbarer Ufernähe vor. In grösster Anzahl wurde sie jedoch aus der *Fontinalis* + *Hydrocharis* Zone gesammelt. Neu für die Fauna Ungarns.

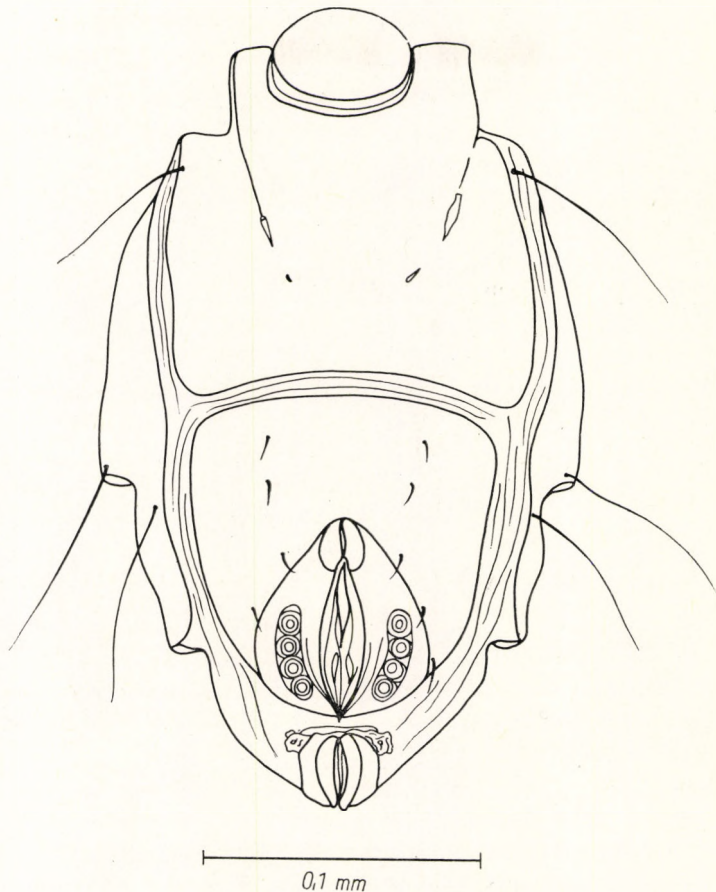


Abb. 1. *Porohalacarus alpinus brachypeltatus* VIETS ♀. Bauchseite
1. ábra. *Porohalacarus alpinus brachypeltatus* VIETS ♀. Hasoldal

11. *Limnohalacarus wackeri wackeri* (WALT.)

Palóznak. 9. VII. 1959. 11 ♂, 52 ♀, 7 ny. 2 la. Balatonudvari. 12. VII. 1959. 6 ♂, 24 ♀, 5 ny. Das Ausmass der Körperlänge des Männchens beträgt 0,165 mm, des Weibchens 0,35 mm (Abb. 2). Die in grosser Zahl Art wurde in Palóznak nur aus der b + c Zone gesammelt, während sie bei Balatonudvari auch aus dem inneren Teil des *Sc.-Ph. phragmitetosum* mit einer niedrigen Individuenzahl vorgefunden wurde. Neu für die Fauna Ungarns.

12. *Porolohmanella violacea* (KRAMER)

Palóznak. 9. VII. 1959. 8 ♂, 14 ♀, 13 ny. 5 la. Balatonudvari. 12. VIII. 1959. 6 ♂, 12 ♀, 6 ny. Wurde in den beiden mittleren Zonen und im Röhricht am Ufer vorgefunden (Abb. 3). Neu für die Fauna Ungarns.

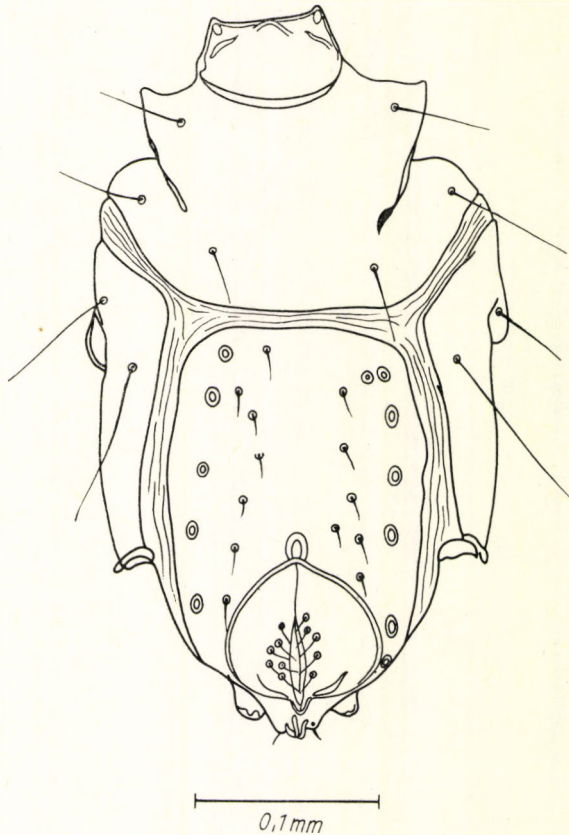


Abb. 2. *Limnohalacarus wackeri wackeri* (WALT.) ♀. Bauchseite
2. ábra. *Limnohalacarus wackeri wackeri* (WALT.) ♀. Hasoldal

Ökologische Bemerkungen

In beiden untersuchten Profilen ist die Lage der Hydracarinen im wesentlichen die gleiche. Die Arten mit hoher Individuenzahl können auf Grund ihres gemeinsamen Vorkommens in 4 Gruppen geteilt werden.

a) Das maximale Vorkommen ist im *Sc.-Ph. phragmitetosum*, aber in annähernd gleichen Mengen leben auch im Fontinalosum *Limnesia undulata* und *Unionicola crassipes*, deren Zahl sowohl gegen das Ufer als gegen das offene Wasser zu stark abnimmt.

b) Arten, die fast ausschliesslich auf dem Gebiete des Fontinalosum + Hydrocharosum vorzufinden sind, sind *Brachypoda versicolor* und *Limnohalacarus wackeri wackeri*, die weder gegen das Ufer zu noch in den Subassoziationen an der Seite des offenen Wassers vorgefunden wurden. Es soll über *Limnohalacarus wackeri* bemerkt werden, dass die Art im italienischen See Lago di Mergozzo aus einer Tiefe von 11 m mit hoher Individuenzahl gesammelt wurde (RAMAZOTTI e NOCENTINI, 1960).

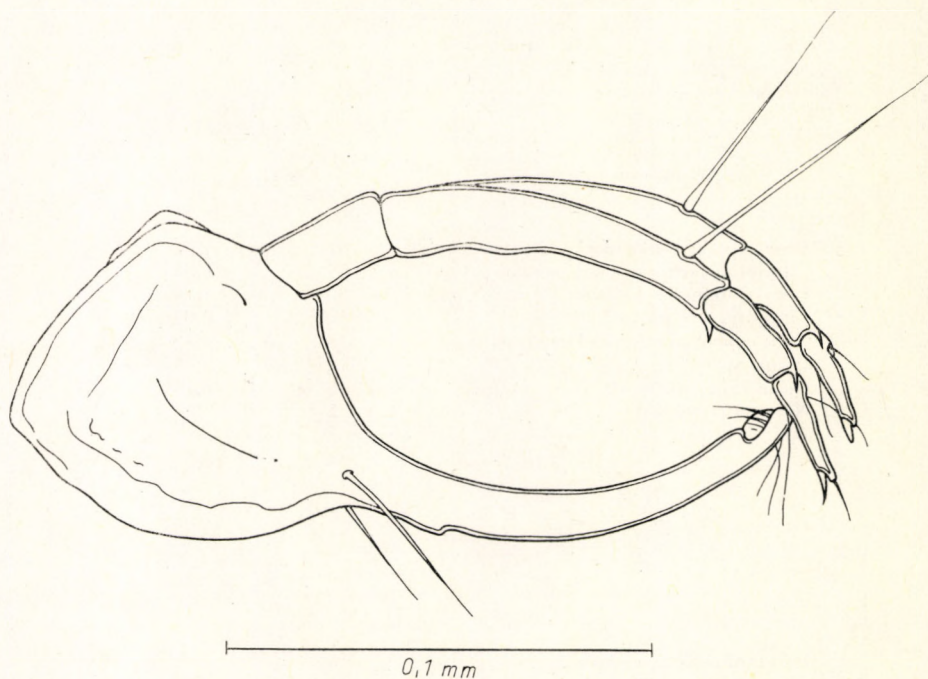


Abb. 3. *Porolohmanella violacea* (KRAMER) ♀. Mundorgan

3. ábra. *Porolohmanella violacea* (KRAMER) ♀. Szájszerv

c) In die dritte Gruppe wurden jene Arten gereiht (*Porohalacarus alpinus brachypeltatus*, *Piona* sp.), die in grösster Masse im Fontinalosum leben, aber auch im *Sc.-Ph. magnocaricosum* und *Sc.-Ph. phragmitetosum* zu finden sind.

d) Die vierte Gruppe wird von *Porolohmanella violacea* vertreten, deren maximales Vorkommen auf *Sc.-Ph. magnocaricosum* entfällt, die aber auch im Fontinalosum in beträchtlichen Mengen lebt.

Wenn man das zueinander bezogene Vorkommen der Tiere zugrunde legt, so ist für alle drei Subassoziationen das dominierende Vorkommen von verschiedenen Arten kennzeichnend. In der Untersuchungsperiode fanden wir im Falle des Röhrichts der Bucht von Palóznak — ähnlich dem Profil von Balatnudvari — die folgenden Hydracarinae:

<i>Sc.-Ph. phragmitosum</i>	Stückzahl der gesammelten Individuen	St. 1 dm ² Rohroberfläche
<i>Limnesia undulata</i>	23	0,82
<i>Unionicola</i> sp.	17	0,60
<i>Porohalacarus alpinus brachypeltatus</i>	6	0,21
<i>Piona</i> sp.	5	0,18
<i>Unionicola crassipes</i>	3	0,11
<i>Piona conglobata conjugula</i>	2	0,07
<i>Neumania vernalis</i>	2	0,07
Insgesamt	58	2,06

<i>Sc.-Ph. fontinalosum (hydrocharosum)</i>	Stückzahl der gesammelten Individuen	St. 1 dm ² Rohroberfläche
<i>Brachypoda versicolor</i>	91	4,52
<i>Limnohalacarus wackeri wackeri</i>	72	3,57
<i>Porolohmanella violacea</i>	25	1,24
<i>Limnesia undulata</i>	19	0,94
<i>Porohalacarus alpinus brachypeltatus</i>	18	0,89
<i>Piona</i> sp.	14	0,69
<i>Unionicola</i> sp.	9	0,45
<i>Neumania vernalis</i>	7	0,35
Insgesamt:	255	12,65

<i>Sc.-Ph. magnocariosum</i>	Stückzahl der gesammelten Individuen	St. 1 dm ² Rohroberfläche
<i>Porolohmanella violacea</i>	15	1,62
<i>Piona</i> sp.	3	0,32
<i>Porohalacarus alpinus brachypeltatus</i>	1	0,11
<i>Unionicola</i> sp.	1	0,11
Insgesamt:	20	2,16

Es scheint, dass in den verschiedenen Röhrichttypen sich verschiedene Hydracarina-Gemeinschaften ausgebildet haben, ähnlich wie es bei den Krebsen ist (PONYI 1962). Unter der Voraussetzung, dass im Querschnitt der von einander fern liegenden Röhrichte eine Übereinstimmung besteht, können diese Verhältnisse auch für die anderen gut entwickelten Röhrichte des Balaton gültig sein.

Für die qualitative Verteilung der Hydracarina-Arten ist es bezeichnend, dass in der mittleren Zone (Fontinalosum) auf ein dm² Rohroberfläche bezogen sechsmal so viel Wassermilben gesammelt wurden wie in den beiden anderen. In der innersten und äussersten Zone fanden sich auf die Flächeneinheit bezogen etwa die gleiche Menge von Tieren.

Über die »Vertikale-Verteilung« können wir uns nur eine gewisse Vorstellung machen. Die verwendeten Methoden gaben in dieser Richtung keine Aufklärung. Mit Rücksicht darauf, dass die Tiere nicht in so enger »Beziehung« zum Bewuchs stehen (siehe den methodischen Teil), ist es wahrscheinlich, dass die Hydracarinae in allen Teilen desselben vorzufinden sind. MÜLLER—LIEBENAU (1956) kam im Verlaufe ihrer Untersuchungen des *Potamogeton*-Bewuchses zu ähnlichen Ergebnissen. Es ist aber auffallend, dass es uns nicht gelang, von der stark vermodernden detritusartigen Schlammoberfläche Milben zu sammeln. Dies kann aber auch einem methodischen Fehler entspringen, da mit dem Schlammbohrer nur verhältnismässig kleine Flächen umfasst werden können.

Die Verteilung der in den untersuchten Röhricht-Querprofilen lebenden Hydracarinae lässt sich — auf Grund unserer bisherigen Kenntnisse — nicht verlässlich erklären. Die vorherrschende Auffassung ist, dass die Arten des stehenden Wassers dem Licht, O_2 , der Temperatur, aber auch den chemischen Verhältnissen gegenüber nicht sehr empfindlich sind. Diese Meinung wird aber von sehr wenigen auf exakten Ergebnissen beruhenden Versuchen unterstützt. Neuerdings begegnen wir solchen Literaturangaben (SCHWOERBEL 1962), die die Lebensmöglichkeiten der in den Bächen und im Grundwasser lebenden Wassermilben mit der Temperatur und dem O_2 -Gehalt des Wassers in Beziehung setzen. In bezug auf Seen sind uns solche Untersuchungen nicht bekannt. Innerhalb des gut entwickelten Balaton-Röhrichts bestehen zwischen den einzelnen Zonen nicht nur strukturelle, sondern physikalisch-chemische, Temperatur- u. a. Unterschiede, so dass deren Einfluss auf das quantitative und qualitative Vorkommen der Arten vorauszusetzen ist.

Auch der Wellenschlag dürfte in der Anordnung der Wassermilben innerhalb des Röhrichts eine Rolle haben. In der dem offenen Wasser zugewendeten Zone des Röhrichts, wo die Wirkung des Wellenschlages noch stark genug ist, sind nur zwei Arten (*Limnesia undulata*, *Unionicola* sp.) vorherrschend, während die Mehrzahl der Arten um die Mitte des Röhrichts lebt. Auch SZALAY (1926) fand die *Limnesia undulata* »von den Ufern einwärts schreitend in stets grösserer Zahl«. Die *Unionicola* führen in einzelnen Entwicklungsstadien eine parasitierende Lebensweise. Sie wählen als Wirte oft die sauerstoffbedürftigen Schwämme und Muscheln. Dies ist mutmasslich der Grund dafür, dass wir im *Sc.-Ph. phragmitetosum* (in der in O_2 reichsten, der Wellenwirkung ausgesetzten Zone) viele freilebende aber noch unentwickelte Formen antreffen.

Die Wassermilben sind Raubtiere, so dass vom Standpunkt ihres Vorkommens — über die physikalisch-chemischen Wirkungen hinaus — einer der wichtigsten Faktoren der Massensammlungen der Nahrungstiere sein mögen. Die *Fontinalis*-Zone ist der reichste Fundort jener Tiere, die von den Hydracarinae gern verzehrt werden. Diese Zone ist es, die mit ihrer reichen Vegetation auch für die Rast und das Eierlegen am besten entsprechen mag.

Heute wissen wir noch nicht bestimmt, welche von den durch das Röhricht gebotenen abwechslungsreichen ökologischen Bedingungen die Faktoren sind, die die Verbreitung der Arten entscheidend beeinflussen können, da man diese Wirkungen sämtlich auch gesondert zum Gegenstand der Untersuchung machen müsste. Über die gegebenen Erklärungen hinaus kann jedoch die Tatsache festgestellt werden, dass die von den gut entwickelten Röhrichten des Balaton gebotene Umwelteinwirkung zweifellos die zonale Anordnung der Hydracarinae beeinflusst.

Zusammenfassung

Im Juli und August 1959 haben wir im Querschnitt voneinander auf gewisse Entfernung liegender Röhrichte (Palóznak, Balatonudvari) die Hydracarinae untersucht, mit den folgenden Resultaten.

In den beiden Profilen haben wir 12 Arten vorgefunden (9 Hydrachnelae, 3 Porohalacaridae). Von diesen sind neu für die Fauna Ungarns: *Porohalacarus alpinus brachypeltatus*, *Limnohalacarus wackeri wackeri*, *Porolohmanella violaceae*. Für die Fauna des Balaton neu sind *Neumania vernalis*, *Piona conjugata conjugata*.

Die Verteilung der im Querschnitt der beiden Profile in ansehnlicherer Menge vorkommenden Arten ist im wesentlichen übereinstimmend, so dass wir Hydracarina-Gemeinschaften mit einer für die einzelnen Röhrichttypen kennzeichnenden Zusammensetzung feststellen konnten. Für das *Scirpeto-Phragmitetum phragmitetosum* sind die Arten *Limnesia undulata*, *Unionicola* sp., für *Sc.-Ph. fontinalosum* die Arten *Brachypoda versicolor* und *Limnohalacarus wackeri wackeri*, für *Sc.-Ph. magnocaricosum* ist die Art *Porolohmanella violaceae* kennzeichnend. Von den Röhrichttypen ist betreffs der Individuenzahl der Arten *Sc.-Ph. fontinalosum* der reichste.

Die beiden untersuchten Querprofile liegen in der Luftlinie 12,5 km von einander entfernt (das eine im nördlichen, das andere im südlichen Becken, so dass anzunehmen ist, dass in der Sommerperiode die Verteilung der Hydracarina-Arten auch in den anderen Röhrichten des Balaton von ähnlichem Aufbau eine ähnliche ist.

LITERATUR

- COOREMAN, J. (1954): Recherches sur les Hydrachnellas et les Porohalacaridae d'une région de tourbières, en Belgique. — *Vol. jubilaire Victor van Straelen*. II. 851—872.
- DADAY, J. (1897): Wassermilben (Hydrachnidae). — In *Result d. wiss. Erforsch. d. Balatonsees*. 2, 195—205.
- DADAY, J. (1903): Mikroskopische Süßwassertiere der Umgebung des Balatons. — *Zool. Jahrb. Syst.* 19, 469—553.
- ENTZ, B. (1947): Qualitative and quantitative studies in the coatings of Potamogeton perfoliatus and Myriophyllum spicatum in Lake Balaton. — *Arch. Biol. Hung.* 17, p. 17—37.
- FELFÖLDY L. és TÓTH L. (1947): Fontinalis antipyretica és F. hypnoides a Balatonban. — Das Vorkommen der Fontinalis antipyretica L. und F. hypnoides R. Hartm. im Balatonsee. — *Annal. Biol. Tihany* 24, 335—343.
- MESCHKAT, A. (1934): Der Bewuchs in den Röhrichten des Plattensees. — *Arch. f. Hydrobiol.* 27, 436—517.
- MÜLLER-LIEBENAU, I. (1956): Die Besiedlung der Potamogeton-Zone ostholsteinischer Seen. — *Arch. f. Hydrobiol.* 52, 4. 470—606.
- PONYI, J. E. (1962): Zoologische Untersuchung der Röhrichte des Balaton. I. Krebse (Crustacea). — *Annal. Biol. Tihany* 29, 129—163.
- RAMAZOTTI, G., NOCENTINI, A. M. (1960): Porohalacaridae (Hydracarina) del Lago di Mergozzo. — *Mem. Ist. Ital. Idrobiol.* 12, 187—200.
- SCHWOERBEL J. (1962): Zur Kenntnis der Wassermilbenfauna des südlichen Schwarzwaldes. — Mitt. bed. Landesver. *Naturkunde u. Naturschutz*. 8, 251—260.
- SMYLY, W. J. P. (1952): The Entomostraca of the weeds of a moorland pond. — *Jour. Animal. Ecol.* 21, 11.
- SZALAY L. (1926, 1927): A Balaton Hydracarina faunája I., II. (Die Hydracarina-Fauna des Balatonsees I., II.) — *Arch. Balatonicum* 1, 33—53; 2, 421—439.
- SZALAY L. (1927a): Eine neue Wassermilbe aus dem Balaton-See. — *Zool. Anz.* 7, 279—281.

- SZALAY, L. (1955): Wassermilben (Hydrachnellae) aus dem Kis-Balaton. — *Acta Zool.* **1**, 129—153.
- SZALAY, L. (1956): Wassermilben (Hydrachnellae) aus der Umgebung des Balatons. — *Acta Zool.* **2**, 269—300.
- SZALAY, L. (1963): Geschichte der bis heute im Karpatenbecken publizierten Hydracarin-Forschungen. — *Acta Zool.* **9**, 429—437.
- TÓTH L. (1960): A Fontinalis antipyretica L. cenológiai szerepe a Balaton nádasában. (Die zöologische Rolle der Fontinalis antipyretica L. in den Röhrichten des Balatonsees. — *Hidr. Közl.* **40**, 164—166.
- TÓTH, L. (1960a): Phytozöologische Untersuchungen über die Röhrichte des Balatonsees. — *Annal. Biol. Tihany* **27**, 209—242.
- TÓTH L., FELFÖLDY L. és SZABÓ E. (1961): A balatoni nádasproduktió mérésének néhány problémájáról. (Über einige Probleme der Messung der Röhrichtproduktion des Balaton.) — *Annal. Biol. Tihany* **28**, 169—178.
- VIETS, K. (1927c): Gegenbemerkungen zu Dr. O. Lundblads »Bemerkungen zur Systematik der Hygrobatidae«. — *Zool. Anz.* **74**, 54—58.
- VIETS, K. (1936): Wassermilben oder Hydracarina I., II. — In: DAHL: *Die Tierwelt Deutschlands*, **31** und **32**. Jena, G. Fischer.
- VIETS, K. (1956): Die Milben des Süßwassers und des Meeres. 2. und 3. Teil: Katalog und Nomenklatur. *Jena, G. Fischer.* 1—870.

A BALATON NÁDASAINAK ZOOLOGIAI VIZSGÁLATA II. VÍZIA TKÁK (HYDRACARINA)

Összefoglalás

Ponyi Jenőné

1959 július és augusztusában egymástól nagyobb távolságra levő nádasok keresztmetszetében (Palóznak, Balatonudvari) vizsgáltuk a Hydracarinákat. Eredményeink a következők:

A két szelvényben 12 fajt találtunk (9 Hydrachnellae, 3 Porohalacaridae). Ezek közül Magyarország faunájára újak: *Porohalacarus alpinus brachypeltatus*, *Limnohalacarus wackeri wackeri*, *Porolohmanella violacea*. A Balaton faunájára új: *Neumania vernalis*, *Piona conglobata conjugula*.

A két szelvény keresztmetszetében jelentősebb mennyiségben előforduló fajok megoszlása lényegében megegyezik, így az egyes nádas típusokra jellemző összetételű Hydracarina-együtteseket állapíthattunk meg. A *Scirpeto-Phragmitetum phragmitetosum*-ra: *Limnesia undulata*, *Unionicola* sp., a *Sc.-Ph. fontinalosum*-ra: *Brachypoda versicolor* és *Limnohalacarus wackeri wackeri*, a *Sc.-Ph. magnocaricosum*-ra a *Porolohmanella violacea* faj jellemző. A nádas típusok közül a fajok egyedszámát illetően a *Sc.-Ph. fontinalosum* a leggazdagabb.

A két vizsgált keresztmetszeten légvonalban 12,5 km távolságra van egymástól (az egyik az északi, a másik a déli medencében), így feltételezhető, hogy a nyári időszakban a Balaton többi hasonló felépítésű nádasában is hasonló a Hydracarina fajok eloszlása.

ЗООЛОГИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ТРОСНИКОВЫХ ЗАРОСЛЕЙ БАЛАТОНА.

II. ВОДЯНЫЕ КЛЕЩИ (HYDRACARINA)

Й-не Поньы

В июле и августе 1958 года изучали Hydracarina в поперечном сечении тростниковых зарослей, расположенных друг от друга на большом расстоянии (Палознак, Балатонудвари). Результаты следующие:

Во двух сечениях были обнаружены 12 видов (9 видов Hydrachnellae, и 3 видов Porohalacaridae). Из них следующие являлись новыми в фауне Венгрии. *Porohalacarus alpinus brachypeltatus*, *Limnohalacarus wackeri*, *Porolohmanella violacea*. Новыми для фауны Балатона явились: *Neumania vernalis*, *Piona conglobata conjugula*.

Распределение найденных видов примерно одинаковое в обеих сечениях, значит, сочетания Hydracarina по своему составу характерны для данного типа тростниковых зарослей. Для Scirpeto Phragmitetum phragmitetosum характерны: *Limnesia undulata*, *Uplonicola* Sp., а для Sc.-Ph. fontinalosum — *Brachypoda versicolor* *Limnohalacarus wackeri*.

Для Sc.-Ph. magnificosum самым типичным является *Porolohmanella violacea*. С точки зрения численности видов среди типов тростниковых зарослей самым богатым является Sc.-Ph. fontinalosum.

Два изучаемых поперечных сечений располагаются на 12,5 км друг от друга (одно из них во северном бассейне, а второе — в южном), значит, можно предположить, что в летнее время сходное распределение видов Hydracarina наблюдается во всех тростниковых зарослей Балатона, обладающих сходным составом.

KLADOCERA TANULMÁNYOK A BALATONON

III. TÓTÖRTÉNETI ELŐTANULMÁNYOK

SEBESTYÉN OLGA

Érkezett: 1965. március 31-én

Bevezetés

A geológusnak távolba tekintő idő- és tér-szemlélete hozta magával azt, hogy az id. LÓCZY LAJOS elnöklete alatt működő Balaton-Bizottság kutatásai keretében, a geológus LÓCZY balatoni üledékfurat-mintákból növényi és állati maradványokat is feljegyzett (LÓCZY 1913, 472—475, 541—562). PANTOCSEK J. megállapította, hogy az iszapminták kovamoszatai (183 faj és változat) kivétel nélkül szerepelnek a tó akkori kovamoszatlistáján (LÓCZY i. m. 562—567). Az ún. „féregjárta kövek”-ben, melyek a harmincas években a tihanyi félsziget déli partján már nem eredeti helyzetben hevertek, mai tudásunkkal talán a tavi élet egy oly szakaszának tanúit láthatjuk, mely a múlté (LÓCZY i. m. 529; ENTZ-SEBESTYÉN 1940, 52—54; 1942, 143—146; 1946, 310). Ma, amikor alig egy emberöltő alatt szemmel láthatóan változik a tó, fokozottabban értékeljük azokat az adatokat, melyeket EMSZT K. és TREITZ P. adtak közzé a balatoni üledékek különböző szempontból való elemzésének eredményeként (EMSZT 1911; TREITZ 1911). FRANCÉ REZSŐNEK a tó fenékiszapján végzett tanulmánya (1894) és TRAXLER L. adatai az iszap szivacstűiről (1898) a balatoni üledékek biogén elemeiről először tájékoztatnak.

A negyvenes évek elején, még ifj. ENTZ GÉZA életében, egy — a Balaton Bizottság felújítása tárgyában CHOLNOKY JENŐTŐL összehívott — értekezleten, melyen a tihanyi intézetet a szerző képviselte, ifj. LÓCZY LAJOS felhívta a figyelmet a Földtani Intézetben őrzött id. LÓCZY L.-féle furatanyagra, s felajánlotta azt további vizsgálatokhoz.

Mint hogy a húszas években már felismerték a pollenanalízis eredményeinek limnológiai értékét, a tihanyi Balaton-kutatás egykori „távlati tervében” fel volt vetve ilyen vizsgálatok szükségessége is (ENTZ—SEBESTYÉN 1940, 151—152, 153; 1942, 286).

Pollenanalitikai vizsgálatokat balatoni vonatkozásban konkrétan ZÓLYOMI BÁLINT kezdeményezett és végzett. Hazánk növénytakarója történeti fejlődésének rekonstruálását célzó s „a pollenanalitika és statisztika biztos módszerével végzett modern vizsgálatait” főként balatoni területen történt újabb furatok alapján — nem véletlenül — a Balaton keletkezésének idejére és részleteiben eddig nem ismert limnikus fejlődésére is gazdag eredményeket hoztak (ZÓLYOMI 1952, 506—511; 1953, 386—392; l. még SEBESTYÉN 1962, 166—167, 218—219).

Említett dolgozatban a szerző felhívja a limnológusok figyelmét arra, hogy furatmintái alkalmasak további mikropaleontológiai vizsgálatokhoz.

Konkréten kiemeli e mintáknak *Pediastrum*okban és kovamoszatokban való gazdagságát (ZÓLYOMI 1952, 522; 1953, 405).

ZÓLYOMI eredményeinek ismeretében a probléma limnológiai szemlélettel megfogalmazva került felszínre: megközelíteni a tavi élővilág alakulásának történetét üledékvizsgálatok alapján (SEBESTYÉN 1958, 21–22; 1962, 167).

Parti detritusz-vizsgálatok során, elemezve a minták eleven és nem élő biogén elemeit, melyek többnyire, de nem kizáróan, a tavi mikrofauna különböző rendszertani csoportjait képviselik, már feltűnt, hogy a maradványok egy része szubfosszilis és meglehetősen korrodált állapotban volt (SEBESTYÉN 1949/50, 1957b, 1959).

Közvetlen lökést tótörténeti vizsgálataim megkezdéséhez ZÓLYOMI B. felhívása adott, annál is inkább, mert furatmintáit, részben már feltárva, ilyen célra volt szíves rendelkezésre bocsátani. Nagy segítséget jelent, hogy korunkban a *tótörténet* (paleolimnológia) kibontakozásának lehetünk tanúi, s a limnológia ez új fejezetének máris gazdag irodalma van (BRADLEY 1963, 651–652; FREY 1964, 100–114).

A tavi múlt feltárására irányuló tanulmányok eredményei, amellet, hogy megvilágítják egy-egy tóegyed limnikus alakulását, segítenek általában a tavak jelenének megismerésére vonatkozó limnológiai kutatásokban is.

Ráirányítják a figyelmet oly állatcsoportok vagy fajok beható tanulmányozására, melyek maradványai jó megtartásúak, vagy pedig az üledékrétegekben való gyakori előfordulásuk következtében értékesek tótörténeti szempontból.

Rámutatnak oly morfológiai jellemvonások részletekbe menő megismerésének szükségességére, melyek pl. a tavi biota tagjainak teljes listájára való törekvés során — a faj meghatározásában — eddig elhanyagolhatók voltak (FREY 1964, 36, 48).

Elősegítik e lista kiegészítését is, mert oly réccens formák jelenlétét is tanúsíthatják a maradványok, melyek eddig a hozzáférhetőség nehézségei, állományuk csekély volta, stb. következtében nem kerültek kézre (FREY 1964, 49–50).

Nem utolsó sorban ráterelik a figyelmet a tó lakóinak és társulásoknak ekológiai vizsgálatára, mely területen még sok a tennivaló. Autekológiai, valamint synekológiai ismeretek u. i. nélkülözhetetlenek a maradványok tótörténeti értékeléséhez. Ezen az alapon lehet a morfológiai maradványokból a tavi jelleg alakulását rekonstruálni valamely korszakban, vagy a kezdettől a mai állapotig (FREY 1964, 3–5; SEBESTYÉN 1964b).

Van olyan felfogás, mely szerint a társulások paleolimnológiájának („community paleolimnology”) kifejlesztésében lehet látni azon kimagasló hozzájárulások egyikét, melyeket a limnológia a természettudományoknak nyújthat (HUTCHINSON, in FREY 1963, 688).

Tótörténeti jellegű tanulmányomban a hangsúlyt elősorban a kladocera rákokra fektettem, részben azért, mert

1. e csoportra irányuló, úttörő jellegű és módszertanilag kidolgozott kutatások értékes eredményeket hoztak (D. G. FREY és iskolája: GOULDEN, 1964, DE COSTA 1964, MUELLER, 1964, MEGARD 1964);

2. édesvízi üledékekben az állati eredetű mikrofossziliák legnagyobb tömegét általában a kladocera külső kitinvázának maradványai teszik. Ez a Balatonon is így van;

3. Kladocera rákokkal éppen balatoni vonatkozásban foglalkoztam, s detritusz tanulmányaimnak vannak paleolimnológiai vonatkozásai is (SEBESTYÉN 1947, 1948, 1949/50, 1957b, 1959).

A tó limnológiai történetének kidolgozása, éppen mint a tavi jelen megismerése, nem lehet egy ember munkája. Többirányú szakmai felkészültség, különböző szemlélet, érdeklődés (ásványtani, geológiai, vegytani, palynológiai, paleontológiai, geokronológiai, stb.) és ennek megfelelően különböző módszerek alkalmazása külön-külön hozhat olyan eredményeket, melyek egybevetésével, kölcsönös mérlegelésével kialakítható a tavi múlt képe, mint időbeli folyamat. A különböző szempontból végzett tótörténeti kutatás tárgya azonban egységesen mindig a meder alakja, mérete és a tavi üledék (FREY 1964, 3).

A radiokronológia a tó keletkezésének idejére megbízható adatokat szolgáltat, a palynológia azonban a klímaváltozásokat is kimutatja. A limnológia modern szemlélete mindinkább hangsúlyozza a vízterületnek és környékének a „táj”-ban megvalósuló egységét. Palynológiai és mikropaleontológiai kutatások eredményeinek egybevetése tótörténeti vonatkozásban gyümölcsözőnek bizonyult (FREY 1962, 1142, 1152; 1964, 50).

ZÓLYOMI B. balatoni üledékmintáiból két furat több, az üledék felsőbb rétegeit képviselő mintáját vizsgáltam át minőségre és mennyiségre: III. sz. furat 1—11, 25. minta (Szigliget—Balatonfenyves közt), I/a sz. furat 3—4 minta (Akali). Ezek közül a továbbiakban az I/a sz. furat mintáiról lesz szó. Alábbi megfontolások alapján eddigi vizsgálataimat előtanulmánynak tekinthetem. Az eddigi eredmények mérlegelése céljából célszerűnek látom menetközben megállni.

Az a már említett tény, hogy tökéletesebb minták állanak máris rendelkezésre, igen komoly érv, ha mikrofossziliáknak aprólékos eljárásokat kívánó tanulmányozásáról van szó. Ez magában igazolja a megállás szükségességét.

Bár természetesen nem volt várható, hogy a maradványok felismerése maradéktalan legyen, mégis feltűnt, hogy milyen nagy a száma azoknak, melyeken a faji hovatartozás megállapítása nem volt megnyugtató vagy egyáltalán nem sikerült. Felmerült a kérdés, hogy milyen állapotban vannak a vázrészek az üledékbe való betemetés előtt?

Szükségesnek láttam a kladocerákra vonatkozó morfológiai, faunisztikai, ekológiai, stb. ismereteim kiegészítését is, annál is inkább, mert tavunk mikrofaunája nincs kellőképpen átkutatva.

Külföldi édesvízi üledékvizsgálatok eredményeiből már kitűnt, hogy a tavi élővilágnak mely tagjai szolgáltatnak használható anyagot a felismerhetőség és a tótörténeti szemlélettel való értékelés tekintetéből (FREY összefoglaló tanulmánya 1964).

Vannak-e speciálisan balatoni problémák e kérdésekkel kapcsolatban?

Nem lehet közömbös pl. az, hogy azok a formák, melyek maradványai a Balaton újholocén rétegeiből előkerültek, s melyek a jelenben is tagjai a tavi biotának, milyen szerepet játszanak a tó mai életében, és mennyiben jelzik annak limnológiai állapotát és jellegét?

Terjedelmes tükrű Balatonunkban kétségtávol a nyíltvízi plankton tagjainak maradványai jól tájékoztathatnának a tavi múlt történéseiről. A tótörténeti irodalom szerint a zooplankton tagjai közül (alsórendű rákok, kerekesszervek, protozoák) elsősorban a kladocera rákoknak vannak kellő mennyiségben morfológiai maradványai, olyanok, melyekre támaszkodhatunk. Ezek közül a Bosminidae családeí a legtartósabbak s egyúttal tótörténeti szempontból

igen értékesek. Egyes tavakban a Daphniidae maradványok is számottevők (FREY 1958, 230—231; 1961b, 274; 1964, 47; GOULDEN 1964, 16).

Plankton-kladocerák maradványai a balatoni üledékek felső rétegeiben kivételesen fordulnak elő. Csak egy-egy *Bosmina* töredékekkel találkozunk. E genusz képviselőinek balatoni állománya ma nem számottevő. Pedig ez a csoport használható adatokat szolgáltat a tavi jelleg milyenségére, változására (GOULDEN & FREY 1963, 516—517). Tavunkban is tehát elsősorban Chydoridákra kell támaszkodnunk (vö. 195 o.). Ezek a nyíltvízi üledéket és különböző jellegű parti területet népesítik be, s maradványaik az üledékekben gyakoriak (FREY 1964, 37).

Módszer

I. R é c e n s a n y a g

A főtémára való felkészülés keretében az üledéklakó mikrofauna tagjait és ezek récens maradványait (vedletek, elpusztultak váztöredékei) gyűjtöttem.

A mintavétel alkalmával tájékoztam a „termőhely” jellegéről (szélnek kitettség; alámerült és emersus nagytermetű növényzet; a víz mélysége, az üledék makroszkópos természeté) és élővilágának cenotikai viszonyairól.

II. Ü l e d é k f u r a t o k. Morfológiai maradványok:

a) feltárt anyagból (ZÓLYOMI III. sz. furat 1—11, 25. minta).

b) eredeti mintákból: (ZÓLYOMI I/a. sz. furat 3—4 minta) (vö. 189. o.).

Mintavétel helye:

A) N y í l t v í z. Széljárta terület, iszapos fenék

a) Tihany, a Biológiai Kutatóintézettel szemben, a parttól 300—400 m-nyire (kb. azonos a plankton tanulmányokban A₁ jelölésű területtel) (SEBESTYÉN 1960, 1. ábra). Vízmélység > 3 m. Üledékminta.

b) Balatonfüred és Tihany között, az előbbi helyet érintő profilon; hasonló jellegű területek. Üledékminta.

c) Akali előtt 200—300 m-nyire, vízmélység < 3 m, előbbiekhöz hasonló jellegű terület. Körülbelül azonos ZÓLYOMI B. I/a. sz. furatának helyével. Üledékminta.

B) P a r t i ö v

a) balatoni értelemben „mélyebb” vízű (< 3 m), növényzet nélküli, a nyíltvízbe fokozatosan átmenő szélárnyékos terület, iszapos-, homokos fenék. Balatonfüred, stranddal szemben, a parttól 200—300 m távolságban. Üledékminta. A közeli nádas szélén hálózás.

b) Tihany-Kis-öböl. Hullámjárásnak kitett, részleteiben változatos és változó jellegű, feltöltődésben levő terület ÉNy főtengelyétől délre fekvő profil mentén, az öböl nádasát elkerülve. Üledékmintavétel több helyen (öböl tereprajz: ENTZ—SEBESTYÉN 1946, 29—32 ábra; SEBESTYÉN 1948, 1. ábra).

c) Az öböl keleti fekvésű bejárata érintkezik az A₁ jellegű nyíltvízzel. Üledékminta.

A profil mentén a partnak tartva, mind több a homok. A kemény üledéket szarvestörmelékben gazdag vékony iszapréteg borítja, melyet a hullámjárás a partfelé tol.

d) Kb. 40 éve kiirtott, utóbb kiújult s mindinkább erősödő és az intézeti fürdőhely közelében levő kógát melletti telepített nádas között a közepen. Makrovegetáció nélküli homokos fenék. Üledékminta.

e) A profil mentén a parthoz közeledve gyér alámerült víznövényzet. Üledékminta.

A fenti területek a limnológiai értelemben vett valódi parthoz (eulitorális terület) tartoznak.

f) A köves szárazpart közvetlen szomszédságában (locsolás tere = szupralitorális terület) futódetritusz sáv. Sekély víz, a kövek között, homokon, növénymentes területen keskeny detritusz-szegély. Megtaláljuk itt a futódetritusz valamennyi alámerült fázisát (SEBESTYÉN 1957b, 1959). A mintavétel legtöbbször pozitív. Üledékminta; a diffúz fázisban vízszüredék (vö. 193 oldal).

g) A futódetritusz turzás-fázisa a vízvonallal mentén. Ez a terület a vízszint magasságától függően részben vagy egészen időnként szupralitorális jellegű. Közvetlen mintavétel a szárazpartról.

A neuszton fázissal később foglalkozom (l. 192. o.).

h) Gödrös, a Tihanyi-félsziget ÉK partján (terep leírása l. SEBESTYÉN 1948, 106—109. o.). Nádas és szárazpart közötti szélvédett vízsáv, részben nádmozaikkal. Hálózott és üledékminták.

i) Keszthely. ÉNy fekvésű sekély szélvíz. Feltöltődő, szélárnyékos terület széle. Iszapos fenék, itt-ott változatos összetételű alámerült növényzet. Üledékminták a szárazpartról szedve, hálózás lebegő detritusból és nádas széléről.*

E területek közül legtöbb anyagot Balatonfüred, valamint a tihanyi Kis-öböl egyes mintáiból nyertem. Balatonfüreden a környezeti körülmények kedvezőek s kevésbé zavartak. Az üledék benépesedése sűrűnek látszik (*koncentrációs zóna*, EGGLETON?).

A Kis-öböl alapjában kedvező környezeti viszonyait gyakran zavarja a hullámjárás. Ennek következtében a szélvíz detritusz-gazdag üledékében passzívra jön létre tömörülés, mely katasztrófával is végződhet (partra vettetés). Ilyen terepen a benépesedés sűrűsége rövid időközökben is változik.

A melegvíz időszakából különösen augusztus-november eleje adja a fajokban és egyedekben leggazdagabb mintákat. A téli minták száma kevés.

A továbbiakban (előfordulás, morfológiai megjegyzések) felhasználtam a negyvenes évek derekán több évre (1944—1946) terjedő rendszeres gyűjtések adatait (feljegyzések, vázlatok). Ezt az időszakot követő kb. másfél évtizedből származó adatok szórványosak. Újabb mintavétel 1963—1964.

Minták gyűjtése és feldolgozása

I. R é c e n s a n y a g

Az üledékminták összegyűjtésére, kladocerák válogatására és az anyag közvetlen vizsgálatra való előkészítésére elvben az eddig használt módszert alkalmaztam (SEBESTYÉN 1947, 6). Némi módosítással elértem, hogy aránylag rövid idő alatt, könnyebben több anyagot gyűjthettem.

* Egyik mintában (Keszthely, 1964, IX. 16., 28/1 sz.) a *Cristatella mucedo* CUVIER (Bryozoa, Cristatellidae) több, a fejlődés különböző fokán levő statoblastja volt. Ez az első jelentés e faj balatoni előfordulásáról. A Kis-Balatonból 1894 óta (VANGEL) ismeretes.

1. Mélyebb vízben — az adott lehetőség szerint — dredget (EKMAN—BIRGE és háromszögű nyílású nyitott vontatóháló) használtam. A felszínre került üledék tetejét lekanalaztam, újra ülepítettem. A vizet a felületről megint lekanalazott vékony üledékréteggel együtt kis adagokban kisméretű szűrőszitán vagy tihanyi szűrőtölcséren átszűrtem (90 μ -os bronzszitaszövet). Ezt az eljárást több napon át megismételtem, mindaddig, míg pozitív eredményt kaptam. A szüredék petricsészébe áttett megfelelő adagjából binokuláris, nagy látóterű, kis nagyítású mikroszkóp (Zeiss 9 M) alatt pipettával egyenként szedtem ki az állatokat. Ebben a részletben az állatok fényvel szemben tanúsított magatartása is segített. Figyelemmel kell lennünk a minták kezelése alkalmával az iliofil (iszapkedvelő) formáknak (Macrothricidae) az iszaphoz való ragaszkodására és arra, hogy a hidrofób felületűek (Legtöbb Chidoridae) könnyen beleakadnak a felületi hártvába.

2. Sekély vízben nyeles, meritveszűrő hengeres fémedényt ($\pm 0,5$ l) használtam, a tölcseréhez hasonló szűrőfelülettel. A továbbiakban a fenti eljárást követtem. (Nádasokban dredge nem alkalmazható, a meritveszűrő edény szűrőfelülete könnyen megsérül. Ilyen célra később — elgondolásom szerint alkalmas — gyűjtőedényt terveztem, mely tulajdonképpen a tihanyi szűrőtölcsérnek és a meritveszűrő hengeres edénynek kombinációja. Ennek leírására később kerül sor.)

Noha a minták vétele különböző eszközökkel történt, a tekintetbe vett (átszűrt) felszíni üledékréteg vastagsága kb. 1,5—3 cm-re tehető.

Morfológiai szempontból az állatokat elevenen és konzervált állapotban vizsgáltam. Válogatás közben megfigyeléseket tettem az életmódra, táplálkozásra, cenotikai viszonyokra (epibiontok, stb.), az üledék-minőség és az élővilág összefüggésére. Mindezekre ezúttal részletesen nem térhetek ki.

II. Az üledék fura minták feldolgozásában FREY módszerét követtem (1961b, 271). A mennyiségi és minőségi felvételekhez binokuláris mikroszkópot használtam (Lumipan, oc. 7 \times , 10 \times ; obj. 10 \times , 20 \times , olaj immerzió), okular mikrométerrel mértem, monokuláris mikroszkópon rajzolókészülékkel rajzoltam.

A szubfosszilis anyagra vonatkozó minőségi és mennyiségi adatok értékelésében a vizsgálatok során alkalmazott feltárási stb. módszer kihatásával is számolni kell.

A récens és szemifosszilis előfordulás adatait az I A B táblázatban foglaltam össze. Mielőtt erről bővebben lenne szó, kitérek röviden a már említett kladocera-neusztorra (vö. 191 o.).

Kladocera-neusztón

(2. táblázat)

Sekély szélvizekben, makrovegetáció-állomány közelében, alkalmas vízdinamikai körülmények mellett, kemény anorganikus üledék felületén a víz-vonalat követő alámerült fürna-szegély alakul, melynek sajátos élővilága van. Ha ez az eredetileg apró, könnyen elmozduló részecskékből álló réteg hosszabb ideig nyugalomban van, kovamoszat-tenyészet vonja be. Tűző napon, a melegvíz időszakának beállta előtt is, gázalakú asszimiláció- és bomlástermékek a réteg tenyérszi stb. nagyságú darabjait a felszínre juttatják. Az üledék anyagából így közvetlenül neusztón keletkezik.

Terepmegfigyeléseim alapján a makroszkóposan főrnának minősített tömeg jelölésére a „*futódetrítusz*” kifejezést használtam, s két alámerült és egy vízen kívüli fázisát állapítottam meg (SEBESTYÉN 1957b, 1959). Akkoriban figyelmen kívül hagytam a fentemlített neuszton-állapotot. Megjelenésben hasonló neuszton élőbevonatból is keletkezik.

A diffúz fázisból a vízmozgások hatására közvetlenül is alakul neuszton. Ez a fentebb említettől nemcsak keletkezésében, de megjelenésében és némileg anyagában is eltér. Legnagyobbbrészt ui. kitin-maradványokból áll, s pl. a tihanyi Kis-öbölben főként *kladocera* eredetű (1943, IX. 23., 1964. VII. 26., XI. 5.).

A kitin- vagy speciálisan *kladocera-neuszton* anyagának kiválogatódásában és a felületi hárttyában való megakadásban a részecskék felületének nedvesedő vagy nemnedvesedő volta (hidrofilia, hidrofóbia) is beleszól. Annak, hogy hidrofób felületű elemeken (*Chydoridae* maradványok) kívül nedvesedő felületű formák (*Copepoda*, *Macrothricidae*, *Pleuroxus uncinatus*) is találhatóak a neusztonban, megfigyeléseim szerint az lehet a magyarázata, hogy ezek elpusztult vagy pusztulófélben levő egyedek. Egyes *kladocera*-tetemek baktériumokkal telek. Gázalakú bomlástermékek is szerepelnek a tetemek felszínrejtetésében. Ilyen buborékok megfigyelhetők. Epibiontok feltűnő gyakorisága hidrofób formák rögzülésre alkalmas részein szintén nem „normális” jelenség, kovamoszatok telepedése a héj külső felületén ugyancsak kedvezőtlen állapotot jelent.

A *kladocera-neusztonban* egészen kivételesen fordulnak elő pelágikus *kladocera* tetemei vagy vázrészei, *Bosminától* eltekintve, melynek héja

Neusztonminta *kladocera*-maradványainak elemzése Tihany, Kis-öböl, 1963. július 26., 5 sz. minta; 276 adat (vö. 2. táblázattal).

a) Fajok szerinti megoszlás:

<i>Alona affinis</i>	30%
<i>Alona quadrangularis</i>	19%
<i>Monospilus dispar</i>	13%
<i>Pleuroxus uncinatus</i>	10%
<i>Leydigia acanthocercoides</i>	8,4%
<i>Alonella rostrata</i>	6,8%
<i>Macrothrix laticornis</i>	3,1%
kis <i>Alona</i>	3,1%
<i>Bosmina</i>	2,1%
egyéb (5 faj)	3,0%
Összesen:	98,5%

b) Maradványok neme szerinti megoszlás

héj	= S	54,7%
fejpajzs	= H	27,8%
utópotroh	= P	6,8%
teljes állat	= t	4,3%
összefüggő részek (comb.)	= c	3,2%
végkarom	= C	2,8%
Összesen:		99,6%

Text tables a—b

Cladoceran remains from neuston-sample, N^o 5 (276 data)

a) analysis according to species

egyéb = others

faj = species

összesen = total

b) analysis according to remains

for others, see Table I A

szórványosan előkerül. Macrothricidae váztöredékeket nem találtam (2. táblázat), (vö. 1. táblázat, 4. oszlop; 4. táblázat, 3. oszlop).

A kladocera héjak, állapot szerint, az épségtől a felaprózódás- és korrózió-jelenségek sorozatát mutatják. Ez elfogadható magyarázatot ad arra, hogy az üledék mélyebb rétegeiből származó, sőt a neuszton vagy a felszíni üledékmintákban is, miért okoz nehézséget a Chydoridae héjmaradványok faji felismerése.

A korrózió okát részben a fenéküledék nyugtalan voltában kereshetjük, másrészt a Balaton-víz valamely, még nem ismert kedvezőtlen hatásának lehetőségére, esetleg mikrobiológiai folyamatokra is felhívja a figyelmet a maradványok korrodált állapota.

A neusztonba — mondhatni — valamennyi fenéklakó Chydoridae ép példányai is belekerülnek, nyilván passzív. Egy mintában *Alonella rostrata* igen nagy mennyiségben fordult elő (Tihany, Kis-öböl, 1964. XI. 5.). Ilyen esetben felmerül az a gondolat, hogy melegvízkedvelő formák az életpálya aktív szakaszának végén, a természetes pusztulás időszakának elérésekével kedvezőtlen állapotban vannak (vö. 193. o.).

A kladocera-neusztonból kézhálóval vagy egy, azt jól helyettesítő, nyeles merítve-szűrő edénnyel vehető minta tótörténeti tanulmányokhoz alkalmas, a kiválogatódás következtében aránylag „tisztá”, egynemű anyagot szolgáltat. A neuszton-állapot múló volta miatt azonban ritkán jutunk hozzá.

A Balaton ma ismert kladoceráinak és a felszíni üledékből, detritusz-turzásból, neusztonból és az új holocén felső rétegből feljegyzett maradványok egybevetése faji szempontból.

A fentiekben utaltam arra, hogy a balatoni mikrofaunalista általában és kladocera-vonatkozásban is kiegészítésre ill. revízióra szorul (189 o.). Az 1. táblázatból kitűnik, hogy a fajilag felismert újholocén maradványok adataiból felállítható kladocera-lista minden tagja szerepel a tó mai kladocera listáján (Balatoni Faunakatalógus). Fordítva azonban — a szubfosszilis maradványokat illetően — sok hézag van.*

A récents üledéklakók között leggyakoribb a Macrothricidae család két genusának (*Macrothrix*, *Iliocryptus*) képviselője és a Chydoridae család hat tagja.

Macrothrix laticornis és *Iliocryptus* sp. (legtöbbje *I. agilis* KURZ) csaknem valamennyi üledékmintában előfordul egész éven át, előbbi néha elég nagy számban. Utóbbi állománya valószínűleg kisebb a *Macrothrix laticornis*énál. Az előforduló fajok iszapkedvelők (iliofilek) és fénykerülők (vö. 192. o.). A Macrothricidae adatokból kitűnik, hogy jóformán mind ép (eleven, elpusztult) példányok kerülnek a neusztonba, és hogy ilyen példányok a többi kladocerakénál gyakoribbak (2. táblázat). Külső vázuk elkülönült részei ritkáságszámba mennek. A plankton tagjainak (*Daphnia*, *Bosmina*, *Diaphanosoma*, *Leptodora*) alig találjuk morfológiai maradványait (vö. 190. o.).

* A „nem Chydoridae” csoportból csak azok szerepelnek az 1. A táblázatban, melyeknek maradványai a vizsgált felszíni üledék- és újholocén-mintákból eddig előkerültek.

A phytalhoz kötött Chydoridák közül egyesek képviselve vannak az üledékfuratmintákban, az üledéklakók maradék nélkül (3. táblázat).

A Chydoridák közül a következő fajok a leggyakoribbak:

Alona quadrangularis O. F. MÜLLER

Alona affinis LEYDIG

Leydigia acanthocercoides FISCHER

Alonella rostrata KOCH

Pleuroxus uncinatus BAIRD

Monospilus dispar SARS

Valamennyi üledéklakó. A család többi Balatonlakó tagjának állománya a fentiekénél jóval kisebbnek látszik. Ez a maradványok listáján (1. táblázat, 6. oszlop) is visszatükröződik.

A parti övben általában mindenütt közönséges, ubiquista s nagy állományban élő *Chydorus sphaericus* (I. FREY 1960, 920; 1962, 1145; FLÖSSNER 1964, 59.) a Balatonban főként hinárosból gyűjthető. Nádasokban gyakori (PONYI 1962). Télen — s kivételesen — planktonmintában való előfordulásról is van adat. *Chydorus globosus* magam eddigelé csak egyik keszthelyi mintából jegyeztem fel.

A vizsgált üledékrétegben — úgy látszik —, hogy a Chydoridae-család ugyanazon tagjainak maradványaival találkozunk leggyakrabban, melyek a felszíni üledékrostátatban is gyakoriságukkal tűntek ki (vö. 3. táblázat) (FREY 1962, 1148).

c) Az I/a furat 3. mintájából nyert 1170 kladocera-maradvány adatnak kb. felén nem volt megnyugtató a faj felismerése. Tájékozódás céljából ismertetem a faji megoszlást az anyag másik felére (514 adat).

Előfordulás fajok szerint:	db	%	
nagy <i>Alona</i> :			
<i>Alona quadrangularis</i>	131	328	456 88,71
<i>Alona</i>	119		
<i>Alona affinis</i>	78		
<i>Monospilus dispar</i>	59		
<i>Leydigia acanthocercoides</i>	33		
<i>Alonella rostrata</i>	24	128	
<i>Pleuroxus (uncinatus)</i>	12		
kis <i>Alona</i> :			
<i>Alona guttata</i>	7	18	
<i>Alona sp.</i>	6		
<i>Alona rectangula?</i>	3		
<i>Alona tenuicaudis</i>	2		
egyéb Chydoridae		23	58 11,27
<i>Camptocercus rectirostris</i>	8		
<i>Eurycerus lamellatus</i>	7		
<i>Acroperus harpae</i>	4		
<i>Alonella excisa</i>	3		
<i>Chydorus sphaericus</i>	1		
<i>Leydigia leydigi?</i>	—		
„nem Chydoridae”			
<i>Bosmina</i>	10	17	
<i>Sida</i>	6		
<i>Iliocryptus?</i>	1		
összesen:	514 db	99,98%	

Text table c (p. 195)

Species analysis of the remains, core I/a, sample 3. 514 data. The rest of the remains of same sample (656 data) could not be identified specifically

db	=	piece
nagy	=	large
kis	=	small
egyéb	=	other chydorids
“nem-chydorida”	=	“non-chydorids”
összesen	=	total

d) A maradványok nemének gyakorisága 1170 ndatból a következő:

héj	= S	45,88%
fejpajzs	= H	24,78%
utópotroh	= P	17,35%
végkarom	= C	10,42%
mandibula	= Md	0,85%
ephippium	= E	0,34%
több rész együtt	= comb.	0,34%
Összesen:		99,96%

Text table d

Analysis of remains (1170 data), core I/a, sample 3. according to the parts of the exoskeleton.

For explanation of letters etc. see Table I A

E mintán végzett mennyiségi vizsgálatok (532 adat) szerint 1 g hamura (izzítási veszteség 550° C) közel 10 000 db kladocera-maradvány esik. Ez a szám lényegesen kisebb külföldi adatoknál (pl. FREY 1961b, GOULDEN 1964).

Leggyakrabban előforduló fajok

A leggyakrabban előforduló fajokkal — a *Pleuroxust* kivéve — a továbbiakban részletesen foglalkozom. A család többi tagjára vonatkozó adatokat más alkalommal foglalom össze.

Alona quadrangularis O. F. MÜLLER

(3. tábla 19—30a ábra és 7. tábla 72 ábra.)

DADAY (1888, 1897, 1918) a síófoki parton találta. Magam Tihanyból (intézet előtti nyíltvíz = A₁ gyűjtőhely, Kis-öböl, Gödrös), Balatonfüredről (stranddal szemben) és Keszthelyről (parti víz) jegyeztem fel (l. még ENTZ—PONYI—TAMÁS 1963; PONYI 1956, 1957, 1962).

Nyíltvízi iszapban a negyvenes évek közepén, a melegvíz időszakában (június-szeptember) ♀-ek kerültek elő. 1963—64-ben nyíltvízi területen nem találtam.

Szélárnyékos területről fel van jegyezve növényzetnélküli iszapos fenékről, 250—300 cm mély vízből (Balatonfüred), növényzetnélküli és benőtt partmenti sekély vízből (Keszthely), gyér hínárosok homokos (Tihany: Kis-öböl, kikötő-öböl) és iszapos fenékéről (Tihany), télen a Gödrös nádasának

mocsaras jellegű szélvívéből is. A Kis-öböl széljárta területén a part közvetlen közelében sekély vízbe nyilván hullámjárással, passzíve kerül.

Társaságában mindig találunk *Alona affinis*-t, ez utóbbi általában gyakoribb. Ez a „lemaradás” a másik nagy *Alona*-val szemben, állományának csekélyebb voltára utalhat, egyben támogatja azt a más vizekből is ismeretes megfigyelést, hogy termőhelye jobban körülhatárolt említett fajtársáénál, általában kevésbé hatol be növényzettel benőtt területekre (BERG 1929, 80; FLÖSSNER 1962, 1964, 53. 4. ábra; MEUCHE, 1937. X. in litt.). Tekintetbe veendő, hogy nyár derekán a hínárnövények alkalmas zugaiban iszap halmozódik fel, s abban iszaplakók ütnek tanyát (vö. PONYI 1956, 114, 115). Az előfordulás gyakorisága a különböző vizekben meglehetősen eltérő (NEGREA 1964, RYBACK & RYBACK 1964, RYBACK, Ryback & TARWID, 1964; VRANOVSKY—ERTL 1958).

Úgy látszik, hogy aktív állapotban egész éven át megél. Téli vízből nem egyszer került elő petés ♀ is (Tihany: nyíltvíz iszapja, 1945. I. 25., jég alól; Gödrös 1963. XII., 1964. I.). Legtöbb minta (újabb gyűjtések) július-novemberre esik (l. még SEBESTYÉN 1947, 9). Hímet eddigelé egyet találtam. (Vázlatok, méretek, l. 3. tábla, 20, 22—24. ábra). Efippiumos ♀-t nem jegyeztem fel. Régebbi kladocera dolgozataimban említett *Alona*-efippium-adat általában „nagy *Alonákra*” vonatkozik, akkoriban nem igyekeztem a néha szép számmal előforduló efippiumokat faj szerint megvizsgálni (SEBESTYÉN 1957b, 172; 1959, 382).

Méretben ismertén kisebb az *A. affinis*-nél. A ♀ hosszát régebben 520—770 μ -ban adtam meg (SEBESTYÉN 1947. 9.), újabb felvétel (okulár-mikrom.) teljes hossz = 520—770 μ , a héj hossza 450—530 μ .

Maradványai a neusztonban (Tihany, Kis-öböl), gyakoriság szerint, mindjárt az *A. affinis*-éi után következnek. Leggyakoribb a héj, fejpajzs és ezek töredéke, előfordul utópotroh és karom is. Felületi üledék rostátatában és újholocén rétegekből is — a karom kivételével — ezeket jegyeztem fel. A neusztonból és a felszíni üledék rostátatából származó darabszám adatok észrevehetően eltérnek a begyűjtött elevenek számától. Ezért — éppen tótörténeti értékeléshez — további adatgyűjtés szükséges.

Alona affinis LEYDIG

(1., 2. tábla 1—13, 14—18b ábra)

DADAY a Balaton siófoki partja közelében és állandó, növényzettel benőtt más vizeinkben találta (DADAY 1888, 1897). Magam Tihanyból (intézet előtti nyíltvíz, Kis-öböl, Gödrös), Balatonfüredről (stranddal szemben, nádas közelében), a Kerekedi öbölből, Akali előtti területről és Keszthelyről jegyeztem fel. A balatoni nádasokban a bolyhos-bevonat leggyakoribb kladocerája, MESCHKAT (1934, 462—463) táplálkozásmódját is megfigyelte (l. még PONYI, 1956, 1957, 1962; ENTZ—PONYI—TAMÁS 1963).

A széljárta nyíltvíz iszapjában egész éven át találunk nőtényeket, a befagyott tóból is kerültek elő petés példányok (1946. I. 9., 1947. I. 25.) Hímek nyíltvízi területről nincsenek feljegyezve, bár egy téli mintában (1945. III. 20.) petéseken kívül efippiumos nőtények is voltak.

A parti öv növényzettől mentes szélárnyékos területein 2—3 m körüli „mélyvizekben” (Kerekedi-öböl, Balatonfüred, Akali) vagy növényzetben

többé-kevésbé gazdag, sekélyebb vízű fenéken, mind lenitikus (Keszthely, Tihany: Gödrös) mind hullámjárta helyeken (Tihany: Kis-öböl), a melegvíz idején biztosan megtalálható, ahol az iszap, stb. üledék hézagos szerzetű (vö. MESCHKAT 1934, 472. o.) (l. még MEUCHE 1934, 445). Nőstényekről legkorábban május végéről van adat, hímek szeptember közepétől november közepéig, efippiumos nőstények november második felétől vannak feljegyezve. *Myriophyllum*-állományból (Tihany, Sport szálló előtt) 1946. decemberében sok efippiumot találtam. E nyugvó képletek detritusztűrzásban is gyakoriak (SEBESTYÉN 1949, 50. l. tábl., 1957b, 172; 1959. 382; v.ö.197 o.).

A balatoni példányok hossza: ♀ 740–900 μ , ♂ 640-ig; a héj hossza ♀ 580–800 μ .

Hímek a partközeli mintákban sem gyakoriak. Morfológiai vizsgálatot mindössze néhány példányon végeztem. Ezek adatai:

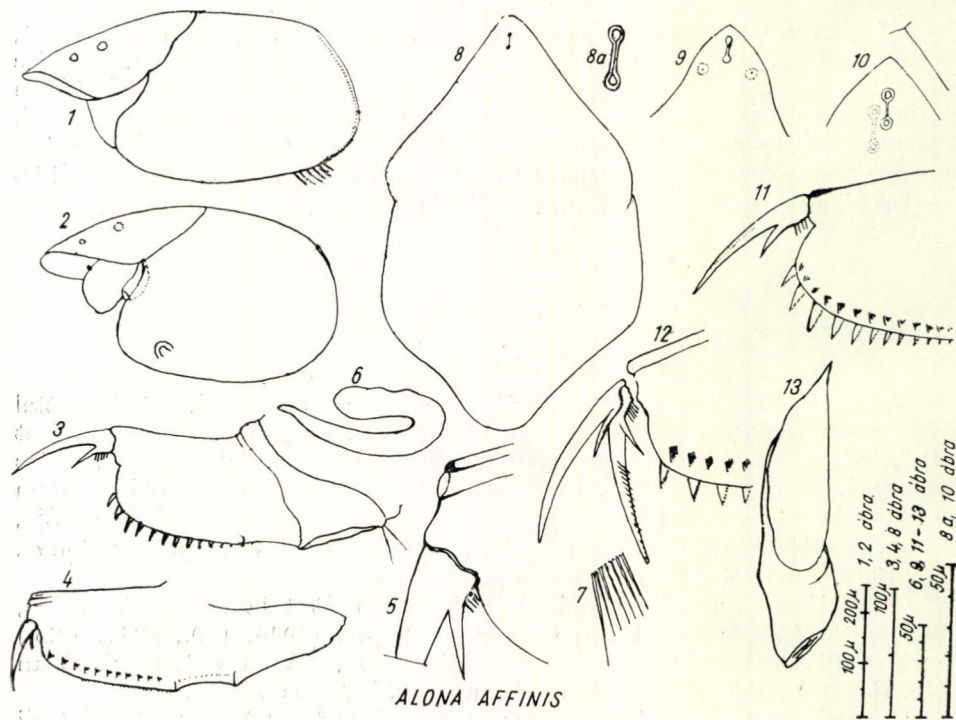
1. Tihany, 1944. X. 13. Kis-öböl, ritka hínáros. h = 620 μ , hímre jellemző fejalak, első lábón kampós függelék, női jellegű utópotroh, vas deferens (cam. luc. vázlatok) (2. tábla, 18, 18a, 18b ábra).

2. 1944. X. 18. uo. *Myriophyllum*osból, h = 640 μ , normális ♂ (utópotroh, vas deferens) (cam. luc. vázlatok elevenről XI. 7.).

3. 1963. X. 15. Tihany, Kis-öböl és nyíltvíz határa, h = 524 μ , fiatal ♂.

4. 1964. XI. 13. Balatonfüred, növényzet nélküli, szélvédett parti jellegű terület. Normális ♂ (1. tábla 2, 4–7 ábra).

1. tábla 1–13. ábra Plate 1, figs 1–13*



* All figures are camera lucida drawings except when otherwise noted.

Az utóbb említett tihanyi és balatonfüredi mintákban több fiatal hím volt.

Az utópotroh-fogak száma legtöbbször 11–13, alakja jellemző a fajra, van a végén kissé kiszélesedő alakú is. Egy későőszi füredi mintában (1964. XI. 13.) több oly fiatal, pete nélküli ♀-ot találtam, melyeken az utópotrohnak a végkarmok előtti széle (oldalnézetben) szögletben, közel merőlegesen csatlakozott a fogakat viselő dorzális szegélyhez. A fogak száma 7–11. A bélcsatorna nyílása melletti fogak közül az utolsó nagyobb a szomszédosaknál. Konzervált anyagokon e nyílás széle háromszög alakot formálva betüremkedik (?) (2. tábla, 14–16 ábra). Az állat megnyúlt alakú, a héj bordázata erőteljes, egyiken vonalkázottság szerű rovátkoltság is feltűnt. A héj hosszmérete 524–594 μ . A karom és a fejpajzs pórusa a fajra jellemző. Ilyen alakokra némileg emlékeztető formát a nyíltvíz iszapjából régebben is feljegyeztem (1946. I. 9., 2. tábla, 17. ábra), s új holocén üledéknek közel 2 m mélyen levő rétegéből is előkerült hasonló (?) utópotroh maradványa.

Legnagyobb valószínűséggel azok közé a nem pelágikus kladocerák közé tartozik, melyek állománya tavunkban a melegvíz időszakában a legnagyobb.

1. tábla *Alona affinis* (LEYDIG)

1. ♀, Balatonfüred, 1964. XI. 13. $h = .723 \mu$, héj $h = 548 \mu$, fp $h = 408 \mu$, karom = 93 μ
2. ♂, ua. mintából (a kép nem fekszik a papír síkjában) $h = 654 \mu$, fp $h = 414 \mu$, karom 59 μ
3. ♀ utópotroha, ua. mintából
4. a 2.-ben ábrázolt ♂ utópotroha
5. a 2.-ben ábrázolt ♂ utópotrohának vége a karmokkal, (szabadkézi vázlat olajimm. nagyítás után)
6. a 2.-ben ábrázolt ♂ első lábának függeléke
7. a 2.-ben ábrázolt ♂ utópotrohán levő pamatok egyike, erősebb nagyítással (szabadkézi vázlat)
8. fejpajzs a nagy pórusokkal, neusztomból. Tihany, Kisöböl $h = 385 \mu$, póruspár $h = 16,2 \mu$
- 8/a. a nagy pórusok erősebb nagyítással
9. fejpajzs disztális vége a kis- és nagy-pórusokkal előbbi mintából
10. vedlő ♀ fejpajzsa elvált a hátpáncéltól (utóbbi egy darabja látható), a régi fejpajzs nagypórus párja ($h = 18,9 \mu$) mellett átlátszanak az új fejpajzs pórusai
11. ♀ utópotrohának vége a karmokkal
12. ♀ utópotrohának vége, a karmok leválófélben. Tihany, Kis-öböl, 1963. X. 15.
13. mandíbula neusztomban talált fejpajzsról, Tihany, Kis-öböl 1963. VII. 26.

Plate 1. *Alona affinis* (LEYDIG)

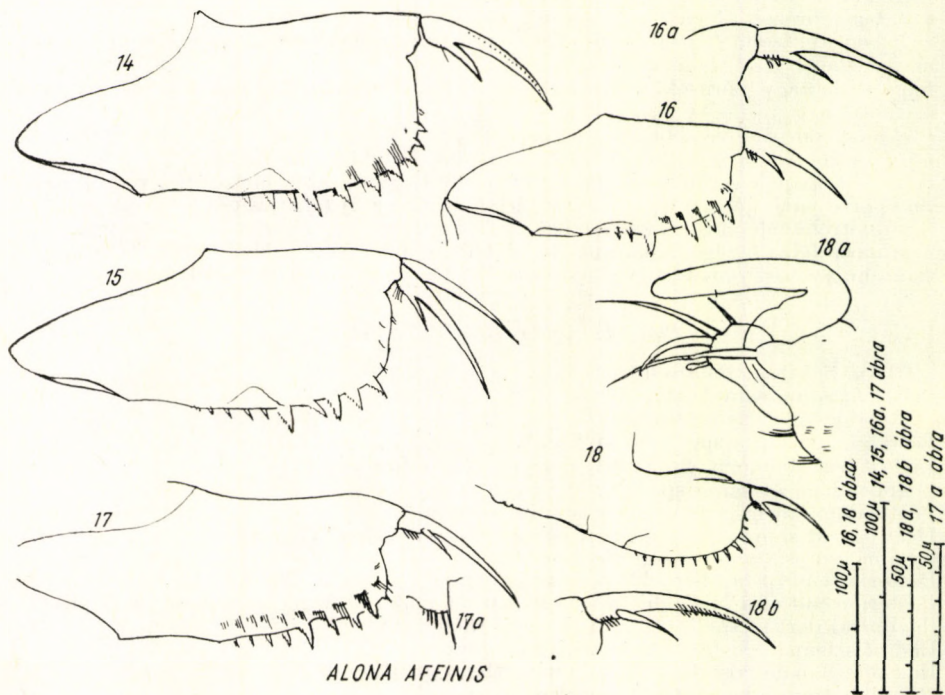
1. ♀ 723 μ , S 548 μ , Balatonfüred
2. ♂ 654 μ , same sample
3. Postabdomen ♀, same sample
4. Postabdomen ♂, of specimen in Fig. 2.
5. End of postabdomen ♂, of same specimen (sketch, oil imm.)
6. ♂ appendage of same specimen
7. Postabdominal fascicle of same specimen, sketch
8. Head shield showing the median pores, 385 μ , neuston, Tihany
- 8/a. Same pores, larger magnification
9. Posterior end of head shield, pore arrangement, neuston, Tihany
10. Posterior end of a head shield of a molting female, showing its separation from the dorsal part of shell, pores of the new shell are visible
11. End of a female postabdomen with the claws
12. End of a female postabdomen, showing the separation of the claws, Tihany
13. Mandible from a head shield, neuston, Tihany

(vö. MESCHKAT 1934 472—473 o. és 4. ábra). Megfelelő mennyiségi felvétel nem áll rendelkezésre, de a meglévő adatokból úgy látszik, hogy a különböző ekológiai jellegű termőhelyeken (habitat) népsűrűsége különböző. FLÖSSNER (1964, 54) az *A. affinis* detrituszkedvelő formának tartja, és különböző ekológiai jellegű területen különböző népsűrűségét a detritusz bőséges jelenlétével vagy szűkösségével hozza kapcsolatba. Ezt a felfogást az újabb balatoni adatok támogatják.

1964 november közepén a Tihanynál gyűjtött üledékmintákba (30/1 sz. minta) kevés állat került, a kladocerákat egyedül a *Macrothrix laticornis* képviselte. Ugyanekkor Füred előtt (szélvédett „mélyvíz”, 31/1 sz. minta) *Alona affinis* mellett *Alonella rostrata*, *Pleuroxus uncinatus*, *Alona rectangula*, *Monospilus dispar*, *Macrothrix laticornis* és *Ilicryptus* sp. élt. Ezek az adatok arra mutatnak, hogy a Kis-öbölben a hullámjárás mintegy kisépri a kemény homok felületéről a detrituszban gazdag iszapréteget élővilágával együtt. Nyár derekán ui. mindkét mintavételi hely gazdag kladocerákban.

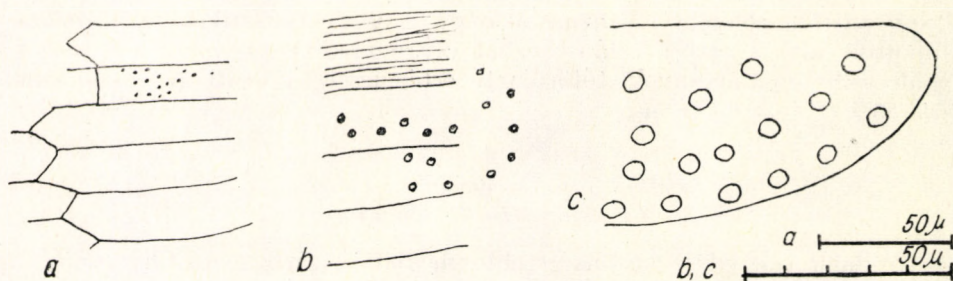
Detritusz jelenléte iránti igényét, de egyben ekológiai valenciájának tágaságát támogatja egy oly szabadtéri akváriumban való elszaporodása, melyet az első balatoni *Mougeotia*-invázió idején (1944; SEBESTYÉN 1949) állítottam be, balatonvízbe planktonmintát öntve. A dróthálóval védett kb. 80 × 30 × 30 cm nagyságú mázas cserépkádak fenekén pár hónap alatt vastag *Mougeotia*-szövedék alakult, az egyik kádban *Alona affinis* szaporodott el, a másikba —

2. tábla 14—18/b ábra Plate 2, figs 14—18/a



a nyers algatenyészet beállításánál — úgy látszik — egy példánya sem került e fajnak. Akkoriban feljegyeztem: „Tápláléka nyilván bőven volt, s ez nem lehetett más, mint az algából keletkezett detritusz”. (vö. MEUCHE 1934, 445)

Felsőzóna üledékminták rostálatában maradványai, különösen héj és fejpajzs igen gyakoriak (3. táblázat). Kladocera-neusztionban e faj maradványaiból van a legtöbb (Tihany, Kis-öböl, 1963. július) (2. táblázat). A korrózió mértéke különböző.



1. ábra

a) *Alonella rostrata* KOCH ♀, héj részlet: barázdák, terecskék, apró pettyek (szemölcsök?) Tihany, Kis-öböl 1944, X. 18. *Myriophyllum spicatum*-állományból

b) *Leydigia acanthocercoides* FISCHER ♀, héj-részlet: barázdák, rovátkoltság (felületi beállítás), szemcsék (mélyebb beállítás, mellette szemölcsök ua. egyed egyik lábáról, Tihany, 1945. VII. 18. nyíltvíz iszapjából).

c) *Alona guttata* G. O. SARS v. *tuberculata* KURZ ♀, szemölcsös héj darabja. Tihany, Gödrös, 1947, X. 29., nyers tenyészetből

Text figures 1 a b c Shell structures

- a) *Alonella rostrata* KOCH, ♀ showing various surface markings
 b) *Leydigia acanthocercoides* FISCHER, ♀ coarsely spaced striae, fine striae, and tubercles (punctae) (the latter one are visible with deep focus), at right the same, from legs
 c) *Alona guttata* SARS v. *tuberculata* KURZ, ♀, from raw culture

2. tábla *Alona affinis* (LEYDIG)

14. ♀ Balatonfüred, strand előtt, 1964. XI. 13., 31/1 sz. minta. Bordás héj, $h = 548 \mu$,

bazális tüske tövében 1 serte, rostrum lekerekített, fejpajzs pórusa nem volt kivehető

15. ♀ ua. mintából, $h = 746 \mu$, héj $h = 524 \mu$, fejpajzs pórusa nem volt kivehető

16. ♀ ua. mintából, rovátkolt héj, $h = 594 \mu$, fejpajzs pórusa jellemző a fajra

16/a. előbbi példány végkarma erősebb nagyítással, fésű nincs feltüntetve

17. ♀ Tihany, nyíltvíz iszapjából, 1946. I. 9.

17/a. előbbi példány: tüskék feletti pamatok egyike erősebb nagyításban

18. ♂ utópótroh; gynandromorf?, állat $h = 620 \mu$, Tihany, Kisöböl *Potamogeton perfoliatus* közül, 1944. X. 13.

18/a. ua. példány első lábának kampós függeléke

18/b. ua. példány végkarma, erősebb nagyításban

Plate 2. *Alona affinis* (LEYDIG)

14. ♀ postabdomen, pores could not be traced, Balatonfüred XI. 1964

15. ♀ postabdomen, pores could not be traced, same sample

16. ♀ postabdomen, pores normal, same sample

16/a. Claw of postabdomen of same specimen, comb not depicted

17. ♀ postabdomen, I. 1946. Tihany; 17 a postabdominal fascicle

18. ♂ postabdomen (gynandromorph?), size of animal 620μ Tihany, X. 1944.

18/a. ♂ appendage of same individual

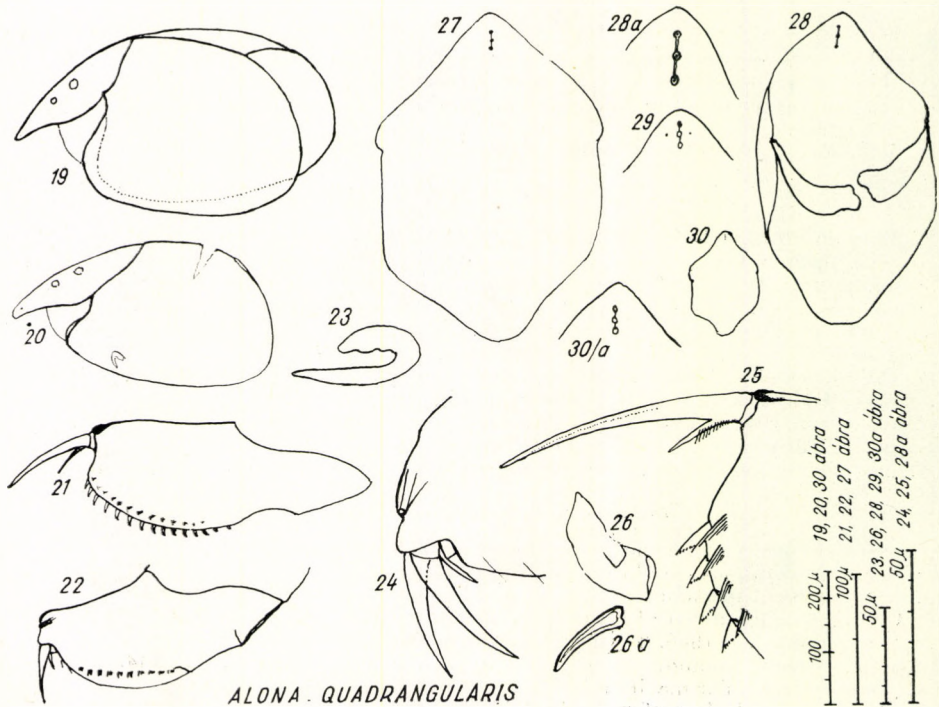
18/b. Postabdominal claw of same individual

Újholocénból származó, eddig vizsgált üledékmintákból az utópotroh, fejpajzs, karom és héj van feljegyezve (1. B táblázat). A héj finom rovátkolt-sága, mely jellemző e fajra (FREY 1962, 1140) szemifosszilis állapotban is gyakran megfigyelhető. A héj hasi szegélyén levő hosszú serték a maradványokon részben megmaradnak, de azok tövének nyomai sem elevelen, sem szemifosszilis állapotban nem mutatkoznak. Az utópotrohból a szegélyfogak a legmaradandóbbak (7. tábla, 74. ábra). A jellemző fejpajzs könnyen felismerhető. Bár általánosan elterjedt fajról van szó, nyíltvízből és különböző ekológiai jellegű parti területekről származó nagy anyag statisztikai feldolgozása (utópotroh alakja, stb.) talán hozhat olyan eredményt, mely a balatoni szemifosszilis maradványok tótörténeti értékelését elősegíti (I. FLÖSSNER 1964. 55.).

Leydigia acanthocercoides FISCHER
(4. tábla 31–45 ábra)

A Balaton egyik legközönségesebb fenéklakó nagytermetű Chydoridája. A nyíltvíz iszapjából (Tihany előtt, Balatonfüred—Tihany között, Kerekedi-öböl, Akali) és partközelen (Balatonfüred, Tihany: Kis-öböl, Gödrös; Keszthely), szerves törmelékben gazdag, részben homok fölötti vékony iszaprétegből a megfelelő időszakban gyűjtött valamennyi mintából előkerült.

3. tábla 19–30/a ábra Plate 3, figs 19–30/a



DADAY (1888, 1897, 1918) mind e fajt (*Alona acanthocercoides* FISCHER néven), mind az *Alona balatonica* n. sp.-nek ítelt formát (♀ h = 750–850 μ) a siófoki partok mentén gyűjtötte. Utóbbi — szerinte — néhány morfológiai bélyeg (a héj struktúrája, az első antenna, az ajaklebeny körvonala és sertézettsége, a végkarmok fésűje) alapján az *Alona acanthocercoides* FISCHER és a *Leydigia leydigi* közé esik.

Utóbbi években megfigyelt balatoni példányok héjának struktúráját elég változatosnak találtam: a finom rovátkoltság — közeli beállítással — határozottan kivehető, a barázdák egyes példányokon határozottak, sok esetben alig láthatók. Néha hálózatos mintázat tűnik elő. Pettyezettség gyakori, s akkor a lábakon és utópotrohon is megtalálható. Utóbbira némileg emlékeztető mintázat más fajok balatoni példányain is előfordul, de e pettyek mind sűrűségben, mind méretben különböznek, pl. az *Alona guttata* és *Alona rectangularis* ismert varietásainak (*tuberculata* ill. *pulchra*) gödröcskeitől vagy „szemölcsseitől” (*Iabc* ábra, 201 o.).

Azon az alapon, hogy a héj olyanszerű rovátkoltsága, amelynek jelölésére az angol nyelvű terminológia „*anastomosing fine striae*” kifejezést használ (FREY 1959, 37), csaknem valamennyi példányon megvan, oly régebbi vázlataimon, ahol erre vonatkozó megjegyzés nincsen, megtalálhatók az

3. tábla *Alona quadrangularis* O. F. MÜLLER

19. ♀ Balatonfüred, strand előtt, 1963. IX. 24.
20. ♂ ua. mintából, h = 560 μ, héj h = 430 μ, fejpajzs h = 318 μ, végkarmok = 81 μ, ♂ kampó = 78 μ
21. a 19-ben ábrázolt ♀ utópotroha
22. a 20-ban ábrázolt ♂ utópotroha
23. ugyanannak kampószerű lábfüggeléke
24. ugyanannak a példánynak végkarma, az utópotroh végével
25. a 19-ben ábrázolt ♀ végkarma az utópotroh végével
26. mandibula, fejpajzsról, h = 108 μ
- 26/a. mandibula rágófelülete vázlat, olajimm. nagyítás után
27. fejpajzs nyíltvízi iszap szüredékéből, 1944. X. 9. Tihany, h = 315 μ
28. fejpajzs a mandibulákkal ugyanazon mintából
- 28/a. előbbi fejpajzs disztális vége a nagypórusokkal
29. fejpajzs disztális vége a nagy- és kispórusokkal ugyanazon mintából
30. fejpajzs ua. mintából
- 30/a. előbbi disztális vége a nagypórusokkal

Plate 3. *Alona quadrangularis* O. F. MÜLLER

19. ♀ Balatonfüred
20. ♂, same sample, total length 560 μ, S 430 μ, H 318 μ, C 81 μ, ♂ app. 78 μ
21. ♀ postabdomen of specimen in Fig. 19.
22. ♂ postabdomen, of specimen in Fig. 20.
23. ♂ app. of same
24. end of ♂ postabdomen with claws, of same
25. end of ♀ postabdomen with claw, of specimen in Fig. 19.
26. mandible from a head shield, 108 μ
- 26/a. surface of the end of mandible (sketch, oil. imm.)
27. head shield, from surficial sediment, 315 μ, Tihany
28. head shield with the mandibles, same sample
- 28/a. posterior end of same showing the median pores
29. posterior end of head shield showing the pore arrangements, same sample
30. head shield, same sample
- 30/a. posterior end of same, showing the median pores

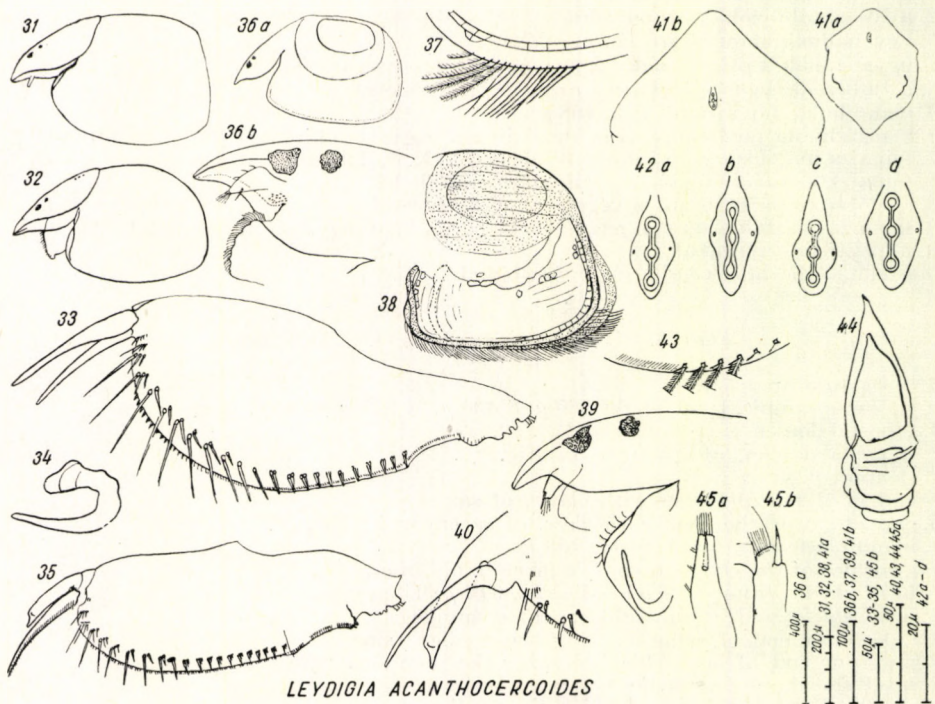
„*Alona balatonica*”-ra DADAY szerint jellemző más jellemvonások (első antenna, ajaklebeny), legfőképpen pedig, hogy a fejpajzs disztális szélének rovátkoltsága és a pórusok elrendeződésre jellemző (FREY 1959), nem látszik indokoltnak a két forma elkülönítése.

Az első antenna a ♂ egyedeken hasonló LILLJEBORGNak a ♀-ról közölt ábrájával (Taf. LXXI, Fig. 4), a ♀-eken pedig a DADAYtól az *Alona balatonica*-ról közölt ábrával (DADAY 1888, I. t. 52. á), az oldalsó sertesorok azonban sok esetben nem vehetők ki. Az ajaklebeny mindig sertézett, körvonala oldalnézetben többé-kevésbé hullámos. Azutópotroh karmain a fésű rendkívül finom, néha nem észlelhető.

A nyíltvízi iszapból előkerült egyedek alapján a hosszmeretet korábban ♀-eken 600–800 μ -ban, a ♂-eken 560 μ -ban adtam meg (SEBESTYÉN 1947 10. o.). A legutóbbi években gyűjtött számos példányon, okulármikrométerrel, kissé eltérő adatokat kaptam: teljes hossz: ♀ 580–760 μ , ♂ 590–640 μ ; a héj hossza ♀ 430–600 μ , ♂ 450–480 μ .

Az életpálya aktív szakasza ezen a fenéklakó fajon a legrövidebb: július első napjaiban megjelennek parthenogenetikus nőtények s a hó végén a hímek. Az állomány maximális kifejlődését augusztusban és szeptember elején éri el, egy-egy hím november legelején még előkerül, efippiumok augusztus elejétől. A nyíltvíz iszajában októberben már nem találunk aktív egyedeket.

4. tábla 31–45. ábra Plate 4, figs 31–45



Epibiontok — *Vorticella* — a héj hátsó peremének belső oldalán leg-többször sorjában ülnek. Eltekintve a végkarmokra ritkán rögzülő algától (?), a héj külső részén epibiontot sem ezen a fajon, sem a két nagy *Alonán* nem találtam.

A parti víz kladocera-neusztionjában, valamint a mindegyre felkavart felszíni üledékben, nem különben újholocén 135, 175 cm mélyen levő rétegeiben

4. tábla *Leydigia acanthocercoides* FISCHER

31. ♀, Balatonfüred, 1963. VII. 25. héj = 548 μ , fp = 367 μ ; bordás, rovátkolt héj
 32. ♂, ua. mintából, héj = 489 μ , fp = 361 μ , rovátkolt héj
 33. ♀, utópotroh, Tihany, 1963. IX. 24. héj = 629 μ ; bordás, rovátkolt pettyes héj
 34. ♂, kampós lábfüggelék (adatok 35. ábránál)
 35. ♂, utópotroh, Keszthely, 1964. IX. 16. héj = 454 μ , rovátkolt héj; vedlő
 36/a. ♀, efiippiummal, Tihany, 1945. VIII. 8. héj = 600 μ , héj rovátkolt, pettyes
 36/b. előbbi példány feje
 37. a héj szélének darabja, üres efiippiumról
 38. levedlett héj, efiippiummal, Keszthely, 1964. IX. 16. üledékből, héj = 641 μ . A héj a retikulátság szerint apró szögletes részekre esik szét
 39. ♂ egyed feje, Tihany, 1945. VIII. 8. nyíltvíz iszapjából, állat h = 560 μ ; héj rovátkolt, pettyes
 40. előbbi példány utópotrohának végső része
 41/a. fejpajzs neusztionból, Tihany 1963. VII. 26. h = 408 μ
 41/b. előbbi disztális része a pórusokkal, erősebb nagyításban
 42. fejpajzs-pórusok: a) ♂ adatok 35. ábránál
 b) ♂ (a 32.-ben ábrázolt egyed)
 c) ♀ (Kerekedi-öböl 1963. VII. 18.)
 d) ♀ (Pr. 11)
 43. héj széle (posterior-ventrális sarok) a serték töveivel (adatok 31. ábránál)
 44. ♀ egyed mandibulája (vetület, md erősen görbült (Tihany, 1963. IX. 24. bordás, rovátkolt héj, héj = 431 μ)
 45/a. ♀, első antenna (adatok 31. ábránál)
 45/b. ♂, első antenna; adatok 35. ábránál

Plate 4. *Leydigia acanthocercoides* FISCHER

31. ♀ S with coarse and fine striae, 548 μ , H 367 μ , Balatonfüred
 32. ♂ same sample, S with fine striae, 489 μ , H 361 μ
 33. ♀ postabdomen, S with coarse and fine striae and "tubercles." Tihany, IX. 1963
 34. ♂ appendix, of specimen Fig. 35.
 35. Postabdomen of a molting ♂, S with fine striae, 454 μ , Keszthely, IX. 1964
 36/a. ♀ with ehippium, S with fine striae and "tubercles", 600 μ , Tihany
 36/b. Head of same specimen
 37. Edge of shell of a vacant ehippium
 38. Ehippium with remains of the shell showing fragmentation of the latter. Keszthely.
 39. Head of male specimen, total l. 560 μ , shell with fine striae and "tubercles". Tihany, 8. VIII. 1945.
 40. End of postabdomen of same individual
 41/a. Head shield from neuston, 408 μ , Tihany.
 41/b. Posterior end of same
 42. Pore arrangement of head shield a = ♂, specimen in Fig. 35.
 b = ♂, specimen in Fig. 32.
 c = ♀ Kerekedi-öböl bay
 d = ♀
 43. Edge of shell at the posterior-ventral angle, showing bases of setae, specimen in Fig. 31.
 44. Mandible, ♀, not showing its curvature. S of the animal with coarse and fine striae, 431 μ Tihany.
 45/a. ♀ A I, of specimen in Fig. 31.
 45/b. ♂ A I of specimen in Fig. 35

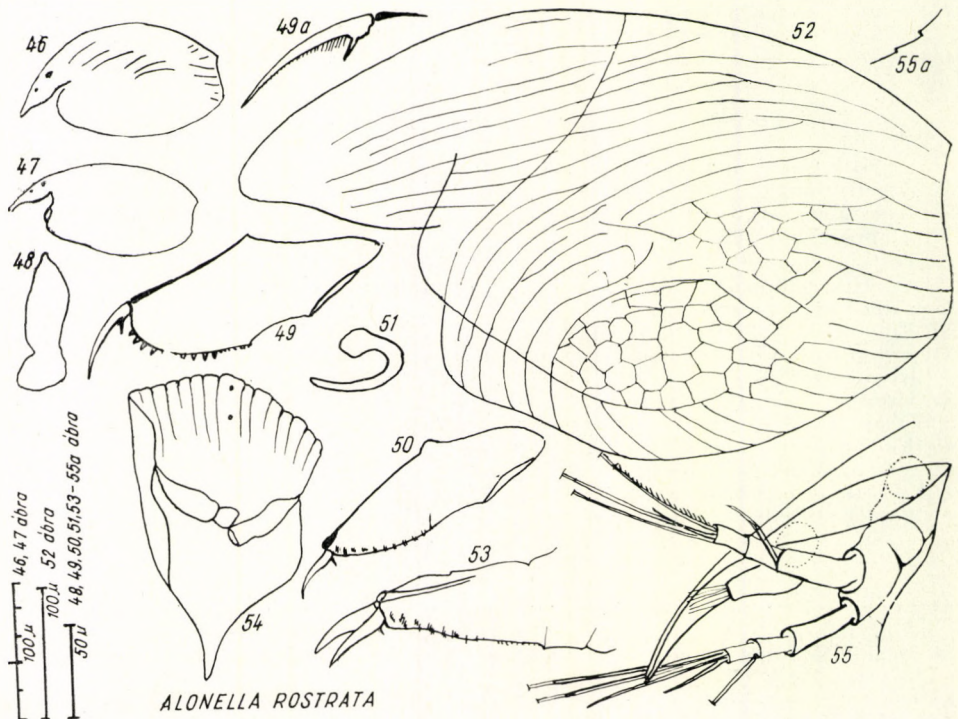
talált maradványokról az *1B táblázat* tájékoztat. A felületi hártáiban eleve nek is megakadnak. A héjmaradványok rendszerint erősen korrodáltak, a szegélysertékek néha pontsorként előtűnő töve, az efippiumnak a héj szegély alhatta függeléke, hacsak annak töve is, elősegíti a faji hovátartozás megítélését. A maradványok üledékrétegekben való gyakoriságának megítélésénél tekintetbe veendő az életpálya aktív szakaszának rövid volta is.*

A klasszikus meghatározó művek szerint (LILLJEBORG, WAGLER) iszapos fenék lakója, elterjedése szórványos. Tavak mélyére is behatol. Egyes újabb művekben (BERG, FLÖSSNER, RYBACK) nincs említve. Nagybritanniában meglehetősen ritka. (SCOURFIELD—HARDING), NEGREA a Duna-delta vidékén levő 7 vizsgált állóvíz közül háromban találta (1964. 146. o.)

A nagykiterjedésű Balaton üledékfaunájának további, részletekbemenő vizsgálatai során remélhetően jobban meg lehet ismerni a különböző ekológiai

* Ez a tény összhangban van e faj európai elterjedésére vonatkozó alább közölt — noha szórványos sőt kikapott — adatokkal és észak-amerikai vizsgálatok eredményeivel. DE COSTA ui. a Mississippi-völgy egy szakaszán (f. hossz. 47.08—29.92) 45 tóban a Chydoridae Cladoceraék elterjedését statisztikai módszerrel vizsgálva, e területen északi és déli továbbá két átmeneti (statistical overlap, transitional) zónát különböztet meg. A *L. acanthocercoides*t a déli formák között sorolja föl, melyek északfelé szórványosan fordulnak elő, s jelentőségük a faunában szignifikánsan csökken (DE COSTA, 1964, 65, 77, 81—90).

5. tábla 46—55/a ábra Plate 5, figs 46—55/a



ALONELLA ROSTRATA

tényezőkkal szemben való igényét vagy tűrését. További alaktani vizsgálatokat is érdemes végezni a balatoni populáción.

Alonella rostrata KOCH
(5. tábla 46–55a ábra)

DADAY hazai vizeinkben és a Balatonban is gyakran találta (1888, 1897, 1918). Évtizedekre menő megfigyeléseim szerint a vizsgált területeken (vö. 190–191 o.) növényzet nélküli, mélyebb vízterület iszapos fenekén, legyen az hullámjárta vagy szélárnyékos, megél, de népségsűrűsége alacsony marad.

Partközelen, növényzettel benőtt vagy anélküli eróziós területen a *Monospilus*hoz hasonlóan a vízmozgások hatása alá kerül. Tartósan alacsony vízállás idején (pl. 1949) keletkezett lagunák arasznyi vizében elszaporodott (SEBESTYÉN—ENTZ—FELFÖLDY 1951. 131. o.). Az itt élt példányok legtöbbször epibiont rögzült. Ezek a megfigyelések arra utalnak, hogy ha a környezet — általában — kedvezőtlené válik, azt jól tűri, sőt kedvező lehet számára. Elhanyagolt, lassú átfolyású akvárium egyik sarkában is elszaporodott egy ízben (SEBESTYÉN 1948, 110. o.).

FLÖSSNER kora tavaszi formának tartja (1964. 65. o.). Tavunkból április közepéről van legkorábban feljegyezve. E mintában levő fiatal nőtény (h = 550 μ) testében narancsszínű olajcseppek* voltak, a héj posterior-ventralis sarkában fog nem volt. Általában azonban, még júniusban is, fiatal

* Hasonló cseppeket augusztusban (fiatal ♀) és novemberben (♂) is megfigyeltem.

5. tábla *Alonella rostrata* KOCH

46. ♀, Tihany, Kis-öböl, homokról, 1964. VII. 14., h = 361 μ , héj h = 297 μ
 47. ♂, Tihany, Kis-öböl, neusztomból. 1963. XI. 5.
 48. ♀, mandibula
 49. ♀, utópotróh, Tihany Kis-öböl, neusztón, 1963. XI. 5.
 49/a. ua., végkarom erősebb nagyításban (olaj-imm. megfigy.)
 50. ♂, a 47. ábrán feltüntetett egyed utópotróhára
 51. ♂ első pár lábának kampószerű függeléke, Tihany, neusztón, 1948. X. 9.
 52. szintelen ♂ beszáradt héja, Tihany, Kis-öböl, fészűshínárosból. 1944. X. 17.
 52/a. ue. példány héjának posterior-ventralis sarka fogakkal
 53. előbbi ♂ példány utópotróhára
 54. ♀ fejpajzsa a nagypórusokkal, exuviumról, Balatonfüred, iszaprostálás, 1963. VII. 18.
 55. ♀ fejének részlete, Tihany, Kis-öböl, fészűshínáros, 1944. X. 13., 1. a második antennának a fajra jellemző sertéit (vö. FREY 1961a, 130)

Plate 5. *Alonella rostrata* KOCH

46. ♀, 761 μ , S = 297 μ , Tihany, sandy bottom
 47. ♂, neuston sample, Tihany
 48. ♀ mandible
 49. ♀ postabdomen, neuston sample, Tihany
 49/a. claw of same (oil. imm. sketch)
 50. ♂ postabdomen, of specimen in Fig. 47.
 51. ♂ appendage, neuston sample, Tihany
 52. dried carapace of a colorless male specimen, 1944, Tihany
 52/a. posterior-ventral angle of shell, previous exemplare
 53. ♂ postabdomen, same exemplare
 54. ♀ headshield, from an exuvium, surficial sediment sample, Balatonfüred
 55. detail of head, ♀, 1944. Tihany

példányok gyűjthetők. Az állomány a víz felmelegedésével hamarosan fejlődik. Július végén a tihanyi Kis-öbölben a kladocera népségnek kb. egyharmadát tette. Ugyanitt októberben és november első felében rengeteg volt. Úgy látszik, hogy elterjedése általános, de népségsűrűsége foltszerű. A nyíltvíz iszapjában novemberben is találunk az életpálya aktív szakaszában levő mindkét nemű egyedeket. Hímek október és november első feléből vannak feljegyezve, efiptium október közepétől.

Állományában különböző megjelenésű egyedek vannak, legtöbbje színtelen, szürkébe hajló ♀, ezek második antennája — az ízesülések kivételével — szürke. Akadnak egészen sárga nőstények is. Vannak teljesen színtelenek és tapadós héjú példányok is. A hímek sárgás szürkék. Az efiptium erősen bordázott, szürke.

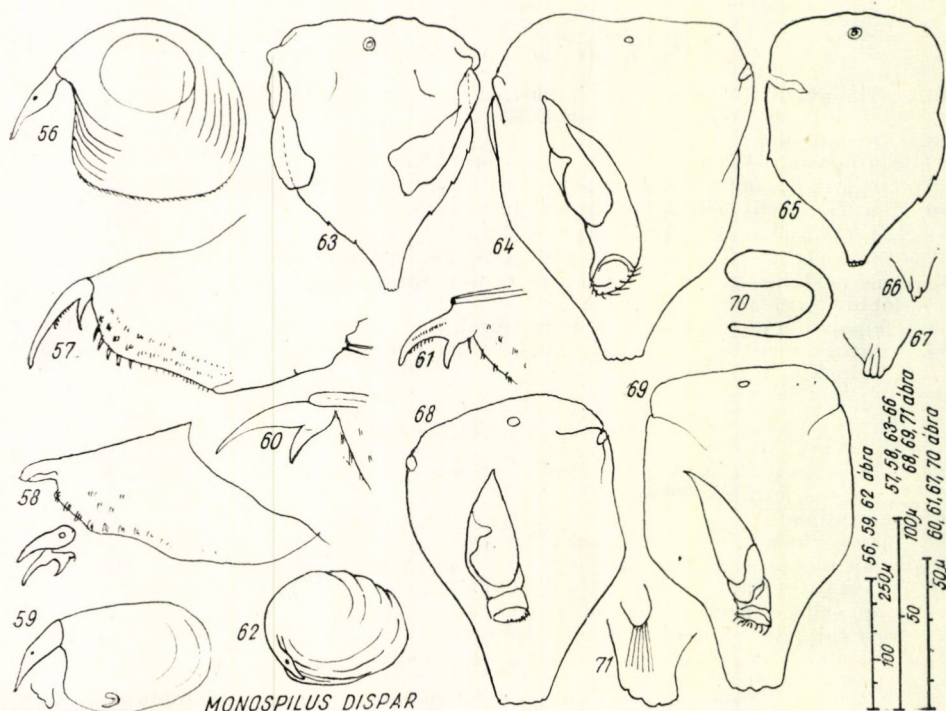
Mérete általában alig tér el az irodalom adataitól. Balatoni adatok:

teljes hosszúság ♀ 360—630 μ , ♂ 400—440 μ
a héj hossza ♀ 300—500 μ , ♂ 316—350 μ .

A teljes hosszúságot befolyásolja különösen a ♀ egyedeken a rostrum változó hossza és hajlata.

A héjon a barázdák erőteljesekek, különösen a hímeken lefutásuk jellemző (5t. 52 ábra). A posterior-ventralis sarkon fogak nem mindig találhatók. Sokszögletű terekből alakult hálózatos mintázat és finom rovátkoltság is előfordul. Egyes példányokon — vagy korosztályok egyedein? — pettyezettség

6. tábla 56—71 ábra Plate 6, figs. 56—71



is van (vö. *Ib ábra*), mely mintázat az állat elpusztulásával eltűnik. Az utópotroh végkarmának rövid bazális tüskéje tövében ritkán egy második is megfigyelhető. Epibiontok — a *Monospilus*hoz hasonlóan — a hát külső felületén rögzülnek, elliptikus képletek is előfordulnak, ezek mibenléte ismeretlen.

Planktonmintába a leggyakrabban bekerülő fenéklakó. Maradványainak a kladocera-neusztionban való előfordulás-gyakoriságát illetően (hég, fejpajzs) utána már csak Macrothricidák következnek. A felületi hártýába elevenek is akadnak, néha feltűnő nagy számban (1963. XI. 5) (vö. 193 o.). Üledékmin-tákban való előfordulásának gyakorisága kb. olyan rendű, mint a nagy *Alonáké*. Újholocén rétegekből eddigelé hég- és fejpajzs-maradványok kerültek elő. A hég ventrális szegélyén levő serték töve — hasonlóan a nagy *Alonákéhoz* — nem észlelhető a maradványokon.

Általánosan elterjedt fenéklakó iliofil forma, mely FLÖSSNER (1964. 56. 4. ábra) szerint homokra nem jellemző. Nagyobb vizek parti övében (homokon is, LILLJEBORG), növényzettel benőtt vagy anélküli kis és nagy vizek iszapos fenekén él.

6. tábla *Monospilus dispar* G. O. SARS

56. ♀, Tihany, Kis-öböl, 1943. X. 16. detritusz-turzásból
 57. ♀, háromszor vedlett egyed (hég $h = 350 \mu$) utópotroha Tihany, 1963. IX. 25.
 58. ♂, utópotroh, a levált végkarmokkal, Balatonfüred, 1963. VII. 25.
 59. ♂, kétszer vedlett egyed Balatonfüred, 1964. XI. 23. hég $h = 314 \mu$
 60. ♂, végkarom. Balatonfüred 1964. XI. 13.
 61. ♂, végkarom két bazális tüskével, Tihany, Kis-öböl 1963. X. 15.
 62. hatszor vedlett ♀, lehajtott fej, hégjára iszaprészek tapadtak. Tihany, Kis-öböl, 1963. VIII. 4.
 63. fejpajzs ($h/sz^* = 1,25$) mandibulákkal, neusztionból, Tihany, Kis-öböl. 1948. X. 64. négyszer vedlett ♀ (hég $h = 296,4 \mu$) fejpajzsa ($h/sz = 1,24$) és mandibulája. Lelőhely l. 61. ábra
 65. ♀? fejpajzs ($h/sz = 1,4$) neusztionból, mintavételi adatokat l. 61. ábránál
 66–67. ♀ fejpajzsok rosztruma. Balatonfüred, 1963. VII. 18. üledékrostátalból
 68. ♂ egyed (hég $h = 314 \mu$) fejpajzsa, $h/sz = 1,45$. (Mintavételi adatok l. 61. ábránál)
 69. ♂ egyed (hég $h = 314 \mu$) fejpajzsa ($h/sz = 1,61$) és mandibulája (Mintavételi adatokat l. 61. ábránál)
 70. előbbi egyed l. lábpárjának függeléke
 71. ♂ fejpajzs rostruma és az első antenna végződése, Tihany 1948. XII. 8. nyíltvíz iszapjából (kétszer vedlett egyed exuviumáról (hég gödörkés)

* $h/sz =$ hosszúság és szélesség aránya

Plate 6. *Monospilus dispar* G. O. SARS

56. ♀, from detritus drift Tihany
 57. Postabdomen of a thrice molted ♀, S-350 μ , Tihany
 58. ♂ postabdomen, claws separated, Balatonfüred
 59. ♂, twice molted, S = 314 μ , Balatonfüred
 60. ♂ claw, Balatonfüred
 61. ♂ claw, with a second basal spinule, Tihany
 62. ♀, six molts (mud particles on the shell) 4. VIII. 1963. Tihany
 63. ♀ head shield with mandibles, length/width = 1,25, neuston, Tihany
 64. ♀ head shield, with mandible $l/w = 1,24$; S = 296.4 μ , four molts, Tihany
 65. ♀? head shield, $l/w = 1,4$, neuston, Tihany
 66–67. ♀, ends of rostrums, mud sample, Balatonfüred
 68. ♂ headshield and mandible $l/w = 1,45$, S = 314 μ , Tihany
 69. ♂ head shield with mandible, S = 314 μ , l/w of head shield = 1.61
 70. ♂ appendage of previous specimen
 71. rostrum of a ♂ head shield from exuvium of a twice molted specimen, shell faveolate, Tihany

A Brit-szigeteken (gyengén lúgos vizekben, iszapban, köveken, kanálisban) (SCOURFIELD—HARDING), s a Duna-delta tavaiban (NEGREA 1964) gyakori.

Maradványai előfordulását tórtörténeti szempontból nem könnyű megítélni. A balatoni récens adatok mérlegelése arra utal, hogy ha a környezet a többi fenéklakó kladocerára általában kedvezőtlenné válik, e faj népsége emelkedik.

Monospilus dispar G. O. SARS
(6. tábla 56—71 ábra)

A Balatonban DADAY igen gyakran találta (1888, 86. o.). Valóban valamennyi gyűjtőhelyen iszapos fenéken, homokon, melyet szerves részecskékben gazdag iszapréteg csak igen vékonyan borít, előkerült.

Népségsűrűsége nem egyenletes és ua. helyen is a vízmozgásoktól függően változó.

Melegvízkedvelő. Április végén általában sok üres efippiumot vet ki a víz (SEBESTYÉN 1949/50, 53. o.). Aktív állapotban legkorábban júniusból van feljegyezve: számos fiatal példány között háromszor vedlettek is voltak már. Állományának maximális kifejlődése nyár derekára esik (július-szeptember első fele). Egy július végi minta kladoceráinak (354 egyed) 69,2%-át *Monospilus tette*, 29,6% *Alonella rostrata* volt, a fennmaradó kb. 1% *Alonából*, *Leydigia acanthocercoides*ből és *Macrothrix*ből telt ki. (Tihany, Kis-öböl, detritusz-szegély előtti homokos fenék, 1963. VII. 31.) (Mintavétel helyének jellegét l. 190—191. o.). Hímek július végétől vannak feljegyezve, december elején is előkerül egy-egy. Egy augusztus végi mintában, pár nap múlva, sok kopuláló pár volt megfigyelhető. Efippium október közepétől gyakori. Tömeges pusztulást — detrituszturzás-vizsgálatok során — decemberben és januárban jegyeztem fel (SEBESTYÉN 1957b, 172. o.). A megfigyelt nőstények között hétszer vedletet is, a hímek között lefeljebb négyszer vedletet találtam.

Télen gyűjtött efippiumokból laboratóriumi körülmények között pár nap alatt már kikeltek a fiatalok.

Mérete általában megfelel a közismert kladocera-irodalomban közölt adatoknak. A héj hossza: ♀ 250—475 μ (16 példány hosszának középértéke 330 μ), ♂ 250—350 μ (7 példány középértéke 310 μ). A hossz méretet mindig arányban a vedlések számával, a legkisebb ♀ hatszor, a legnagyobb négyszer vedlett volt.

A héj felülte egyenletesen aprószemcsés, hálózatos mintázat is megfigyelhető. Egyes példányokon oldalsó nézetben a hát domborulata gödröcskésnek tűnik fel, ez a hálózatossággal kapcsolatos: a gödröcskék és sokszögű terecskék mérete egyezik ($\pm 10 \mu$). A fejpajzs szemcsézettsége valamivel durvább. Tapadós héjat nem vedlett példányokon és idős nőstényeken figyeltem meg (6. tábla, 62. ábra).

A fejpajzs — mint LILLJEBORG is megjegyzi (584. o.) a héj háti részéhez csaknem egyenes vonalban csatlakozik. Ez lehetővé teszi a fej mozgatását. A lehajtott fej befedi a héjak elülső szegélyével határolt háromszögletű hézagot (6. tábla 62. ábra).

A vízmozgások hamarosan kimozdítják eleméből a különben jól úszó állatot, az mindinkább partközelve sodródik és detritusszal együtt partra

kerülhet. A detritusz-turzásoknak, az úszni nem tudó *Iliocryptus*-szal együtt, leggyakoribb eleme. Planktonmintába is belekerül (SEBESTYÉN 1964a, 2–3 táblázat).

Jellemző — aránylag feltűnő nagyságú — epibiontja a héj domborulatára kívülről rögzülő kerekesféreg: *Collotheca volutata sessilis* (SEBESTYÉN 1957a).

A héj töredékében és szemifosszilisen is felismerhető finom szemcsézett-ségéről, mely különösen a ventrális szél mentén marad meg. A héj szegély-sertéinek alapját pontsor képviseli, a *Leydigia acanthocerooides*hez hasonlón.

A Balaton újholocén üledékéből előkerült héjmaradványokon a korábbi héjak nyomai alig ismerhetők fel (vö. FREY 1960, 695). A héj hosszának és magasságának arányából a nemre is lehet következtetni (6. tábla, 56, 59 ábra).

Alkalmas helyen, megfelelő vízmozgás mellett időnként kialakuló kladocera-neusztionban a *Monospilus* különböző nagyságú fejpajzsa egyik legkönnyebben felismerhető elem. Töredékében is jellemzi szemcsés struktúrája. A legnagyobb szélességnek a hosszmérethez való arányából (h/sz ♀ 1,24; ♂ 1,6), valamint a rostrum szélességéből a nemre is lehet következtetni (6. tábla 63, 64, 68, 69 ábra). A magános nagy pórus nem mindig kivehető. Jellemzők az erőteljes rövid görbült végkarmok, a bazális tüske is görbült. A hímeken előforduló serteszzerű második bazális tüske szemifosszilis maradványokon is fellelhető (6. tábla, 61; 13. ábra).

A szakirodalom fenéklakó tavi formának minősíti (FLÖSSNER 1964). Svédországban és Dániában csak tavakban, iszapos helyeken él, mélyre is lemegy (LILLJEBORG, BERG). NEGREA a vizsgált 7 tó közül csak egyikből jegyezte fel (1964, 147. o.). A Brit-szigetetről nincs jelentve (SCOURFIELD—HARDING). Mint szórványosan előforduló, de helyenként — tavunkban is — nagy népségben előforduló forma (vö. FLÖSSNER 1964, 60. o.), ekológiai igények ismeretében maradványai tótörténeti szempontból értékesek lehetnek.

Felszíni üledék- és neusztionmintákból, valamint új holocén felső rétegből feljegyzett „nem-kladocera” elemek

7. tábla 72–79; 3–13 ábra
(4. táblázat)

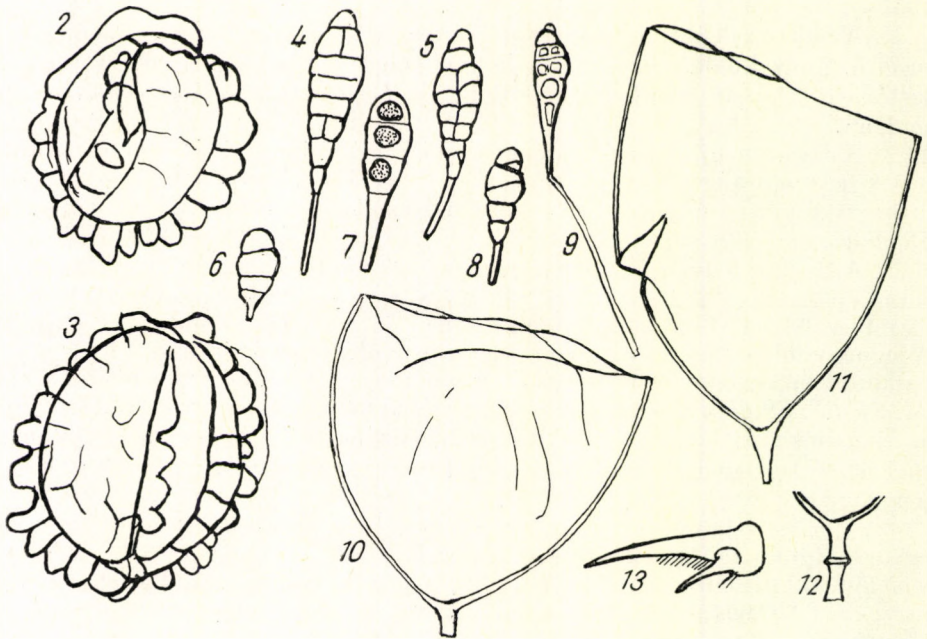
A kladocerákra átvizsgált mai és újholocén mintákból egyidejűleg egyéb — növényi és állati eredetű — adatokat is feljegyeztem, részben mennyiségi számbavételre alkalmas módon. A biogén elemek összességének ismerete nyújthat ugyanis tájékozódást a különböző „albiotopok” társulásainak összetételéről a tavi múlt szakaszaiban.

Az eddigi adatokat — összevonva — táblázatba foglaltam (4. táblázat), melyhez a következő megjegyzéseket fűzöm:

1. A récents üledékmintákat „egyéb” elemekre kis nagyítással, a neusztion és új holocén mintákat erősebb nagyítással (300×) vizsgáltam át.

2. Felszíni üledékmintákból (2. oszlop), jelentéktelen kivétellel, eleven állapotban levő szervezeteket jegyeztem. Ilyen adatok az egyes minták eredeti termőhelyére s egy bizonyos időpontra vonatkoznak. Az átvizsgált mintasoro-

zatok adatait összevonva tartalmazza a 2. oszlop. Neuszton-mintákban (3. oszlop, egyetlen minta adatai, l. 2. táblázat) s méginkább a mélyebb üledék-rétegekből származó valamennyi mintában (4. oszlop) — ezek természeténél fogva — már elmosódnak az előfordulás topográfiai és időbeli határai.



2-13. ábra

2. *Filinia* sp. nyugvópete, neusztonból. Tihany, Kis-öböl 1963. VII. 26., 5. sz. minta, $h = 93,28\mu$
 3. ua. I/a furat 3. sz. minta, $h = 113\mu$
 4. *Alternaria* sp. conidium I/a furat 4. sz. mintából, h (nyéllel) = $64,8\mu$
 5. u. a., I/a furat 3. sz. mintából, $h = 59,4\mu$
 6. u. a., I/a furat 4. sz. mintából, $h = 40\mu$
 7. u. a., III. furat 1. sz. mintából, $h = 39,48\mu$
 8. u. a., III. furat 7. sz. mintából, $h = 64,1\mu$
 9. u. a., III. furat 2. sz. mintából, h (nyél nélkül) = $87,4\mu$
 10. Turbellaria cocon, I/a furat 4. sz. minta, $h = 209,8\mu$
 11. u. a. $h < 300\mu$
 12. Turbellaria cocon nyele, I/a furat 3. sz. minta, $h = 10,8 + 16,2\mu$
 13. *Monospilus dispar* utópotroh karma, $h = 48,6\mu$, b tüske $32,4\mu$; második serte $21,6\mu$
 I/a furat 4. sz. minta
 6-9 és 12. ábrák kivételével cam. luc. rajzok

Text figures 2-13

2. *Filinia* sp., resting egg, neuston sample, Tihany, 93.28μ
 3. The same 113μ , core I/a, 135μ
 4-9. Conidia of *Alternaria* sp. cores I/a and III. 1 = $64,8$; $59,4$; 40 ; $39,48$; $64,1$; $87,4\mu$
 10-11. Turbellarian cocoons, core I/a 175μ , $209,8\mu$, 300μ
 12. Stem of such cocon, sketch
 13. *Monospilus dispar*, postabdominal claw ($48,6\mu$) with two basal spines, core I/a, 175μ
 (Figs 6-9, 12 sketches)

3. Ilyen különböző származású és értékű adatok egybevetése talán nem látszik ésszerűnek. Különösen a 2. oszlop adatai szorulnak kiegészítésre (a minták erősebb nagyítással való átvizsgálása, egyidejű planktonminták adataival való egybevetés). Mégis a 2. és 4. oszlop adatai máris szinte adatszerűen meggyőznek afelől, hogy az üledékek mélyebb rétegeinek mintáiból nem várható a hajdani biota taglistájának reprezentatív rekonstruálása.

A hajdani plankton összetételéről az újholocén kladoceraadatok — láttuk — nem sokat mondanak (vö. 190. o.). Az 5. oszlopban vannak planktonadatok is. *Pediastrum* cenobiumok, kovamoszatok vázai a legfelső rétegben gyakoriak (7. tábla, 73., 75. ábra). A mai hidegvízkedvelő, pelágikus *Filinia terminalis* (PLATE) vagy e nemzetség egy más tagja (?) nyugvó petéjének előfordulása is értékes adat (2—3. ábra). Az *Alternaria* gomba* (Fungi imperfecti) conidiumát a Balatonból, mint a plankton cenoxén ill. egyúttal allochton elemét ismertük meg (4—9. ábra). Előkerült a III. furat 1—3. sz. mintáiból is. Egyike a legjobb megtartású maradványoknak. Az 5. oszlopban az üledék- és planktonmintákban állandóan és jelentős mennyiségben jelenlevő kopepodákat egy antennatöredék képviseli ez ideig. A neuszton egyetlen mintájából különböző korú kopepoda-lárvákat, spermatofort, petéket, antenna- és végtag- stb. töredéket jegyeztem fel.

A Zürich-tó üledékében bőségesen előforduló *Ceratium hirundinella*-cisztát a balatoni üledékmintában még nem sikerült megtalálni. Ennek esetleg módszertani oka lehet.

Rovarlárvák, ill. maradványaik valamennyi mintában gyakoriak. Egyes Chironomidae- és Chaoborinae-lárvák és maradványaik a tavi jelleg jó indikátorai (FREY 1964, 72—77, GOULDEN 1964, 34—35). A neuszton-minták átvizsgálása segíti a régi rétegek rovar-maradványainak faji szinten való identifikálását, mert teljes exuvium is található benne. Így az elkülönült testrészek maradványainak (fejtök, különböző szájrészek, caudális táj serte-pamatai, karmok, stb.) együvértartozása kideríthető.

A valamennyi mintából előkerült szivacsstűk között szerepel a *Trochospongilla horrida* spiculuma, melyek balatoni előfordulását TRAXLER állapította meg (1898). Nemrégiben kerültek elő e faj szerény telepei a déli partról.

Az iszaplakó kis Turbellariák (*Mesostomum?*) valamelyikének és a háromféle minták mindegyikében előforduló üres kokonok faji összetartozása még nincs kiderítve (7. tábla, 77; 10—12 ábra).

Összefoglalás

ZÓLYOMI BÁLINT a hazai növénytakaró kifejlődésének rekonstruálása céljából balatoni üledékfurat mintákon nyert palynológiai eredményeit tavunk limnikus fejlődésére vonatkozóan is értékelte (1952, 1953).

Szerző e furatok mikrofossziliáin végzendő tótörténeti vizsgálataihoz előtanulmányokat tett, a hangsúlyt elsősorban kladocera rákokra helyezve. E csoport kiemelését indokolja az, hogy a szakirodalom szerint már ismert e csoport tagjainak paleolimnológiai értéke, elsősorban azon az alapon, hogy

* BARNETT, H. L. (1960): Illustrated Genera of Imperfect Fungi 2^d ed. Burgess Publ. Co. 426. Minneapolis, Minnesota, USA. — MOESZ G. (1930): Gombák a Balaton mellékéről és a Bakonyból. *Magyar Biol. Kut. Munk.* 3, 91, 113—114. — NEEGAARD, P. (1945): Danish species of *Alternaria* and *Stemphylium*. Taxonomy Parasitism, economical significance. Einar Munksgaard, Copenhagen. — RABENHORST: Kryptogamenflora: Fungi Imperfecti I/9.

maradványaik a különböző üledékrétegekben gyakran fordulnak elő, s hogy a faji szinten való identifikálást különösen elősegítik a kitinváz fejpajzsnak nevezett részletére tett újabb morfológiai megállapítások. Alkalmos módszer is rendelkezésre áll (I. FREY munkáit az irodalmi felsorolásban, 1958—1964).

Kladocera rákokkal éppen balatoni vonatkozásban szerző már foglalkozott (1947, 1948), s detrituszvizsgálatai során nyert ismeretek is hasznosíthatók tótörténeti szemlélettel (üledéklakók passzív tömörülése alkalmas terep — stb. körülmények mellett, az üres kitinvázak további sorsa, stb.) (1949/50, 1957b, 1959).

A tó mai kladocerái újholocén mintákban található maradványairól való tájékozódás (faji hovátartozás, az előfordulás gyakorisága) után kiegészítő vizsgálatok történtek az üledéklakó formák mai elterjedésére, a termőhely (habitat) ekológiai jellege és az előfordulás gyakorisága közötti összefüggésre. Oly morfológiai bélyegek behatóbb megismerése is szükségessé vált, melyek a faji szinten való meghatározásban megnyugtató eredményre vezethetnek.

Megállapítások. Az eddig vizsgált újholocén, valamint récens üledékmintákban — a Macrothricidae kivételével, melyek morfológiai maradványainak előfordulása egészen kivételes — leggyakrabban ugyanazok a fajok fordulnak elő: *Alona quadrangularis*, *Alona affinis*, *Leydigia acanthocercoides*, *Alonella rostrata*, *Pleuroxus uncinatus*, *Monospilus dispar*.

Ezeket (fajok, populációk) szerző behatóbb vizsgálat alá vette. *Leydigia acanthocercoides*, *Alonella rostrata*, *Pleuroxus uncinatus* határozottan, *Monospilus dispar* valószínűleg monociklikus. A megfelelő időszakban e fajok populációjában a hímek sokkal nagyobb számban lépnek fel, mint a két nagy *Aloná*-ében. Az *A. affinis* populációjában valószínűleg egy „forma hiemalis” elkülöníthető.

A balatoni üledékek morfológiai maradványai a külső kitinváznak ugyanazokat a részleteit képviselik, melyek az újabb szakirodalomban (FREY) ilyen vonatkozásban ismertek: fejpajzs, utópotroh és ennek végkarma, héj, mandibula stb.

A maradványok több mint felerészében a faji szinten való meghatározás, részben a felaprózódás részben azok korrodált stb. állapota miatt, nem volt megnyugtató, sőt lehetetlen.

A Balaton tavi jellegét ma bizonyítják a nagy állományban előforduló planktonrákok. E csoportból viszont csupán néhány *Bosmina* héjtöredék került elő. Tavunk mai planktonjában a *Bosmina*, legalább is mennyiségi szempontból, alárendelt szerepet játszik.

A balatoni plankton mai tagjai közül — mint már ZÓLYOMI felismerte — különösen a *Pediastrum*ok cenobiumai tűnnek ki kiváló állapotban való megtartásukkal és az előfordulás bőségével. Egyes mintákban kovamoszatmaradványok is gyakoriak. Előkerült néhány példánya egy *Filinia* sp. nyugvópetéjének, mely genoszt a mai planktonban a hűvösvízkedvelő *Filinia terminalis* PLATE képviseli. Allochton planktonelemek közül fenyő pollenek és az *Alternaria* (Fungi imperfecti) conidiuma fordul elő az újholocén üledékben, utóbbi az összes mikrofossziliák között talán a legjobb megtartásban.

Tótörténeti szemlélettel értékesek a rovarlárva-maradványok (Chironomidae), mert megbízhatóan tanúsítják a mindenkor tavi jellegét.

Megállapítható volt — különösen a kladocera-neusztion elemzése során —, hogy az üledékbe való betemettetést megelőzően a kitinvázak a morfológiai maradványokhoz hasonló részletekre tagolódnak, és a korrózió hamarosan

és intenzíven kezdetét veszi. Egyes esetekben a héjnak — a retikuláltságnak megfelelő — apró szögletes darabkákra való szétesése is megfigyelhető volt.

A tihanyi Kis-öböl a parti öv oly — feltöltődésben levő — részletét képviseli, mely a nyíltvízzel széles fronton közvetlen összeköttetésben van. Fekvése, alakja, a hullámjárás és az üledék minőségének együttes hatása következtében üledéklakó mikroszervezetek maradványai, passzív, a part felé tolódnak, tömörülnek, s részben — turzások formájában — partra kerülnek.

A szélvíz alkalmas kladocera-neuszton alakulására. Mindez betekintést nyújt a kitin stb. maradványok sorsába, az üledékbe való betemettetést megelőzően.

A neuszton-minták értékes anyagot szolgáltatnak tótörténeti előtanulmányokhoz.

Az I/a furat 3. mintáján (Akali, az üledék felszínétől 135 cm) végzett mennyiségi vizsgálatok (532 adat) szerint 1 g hamura (izzítási maradék, 550° C) közel 10 000 db kladocera-maradvány esik.

Az üledékfuratminták kladocera- stb. maradványainak tótörténeti értékeléséhez szükségesnek mutatkozik a tó mai kladoceráinak további tanulmányozása a felmerült szempontok szerint.

Köszönetek

Munkámhoz nyújtott segítségért hálás köszönetemet szeretném kifejezni dr. SALÁNKI JÁNOSNAK, az MTA Biológiai Kutatóintézete igazgatójának, aki intézeti munkalehetőséget biztosított számomra,

dr. ZÓLYOMI BÁLINT akadémiusnak, aki balatoni üledékfurat-mintáit készséggel rendelkezésre bocsátotta és egyéb szakmai segítséget is nyújtott, tótörténettel foglalkozó külföldi tudósoknak: dr. DAVID G. FREY egyetemi professzornak (Indiana University U. S. A.) és tanítványának CLYDE E. GOULDEN dokornak (Yale University, U. S. A.) szakmai segítségért (vizsgálati módszer finomabb részleteibe való közvetlen bevezetés, szakirodalom), J. W. G. LUND R.S.F. professzornak (Windermere Freshwater Laboratories Anglia), aki az *Alternaria* gomba meghatározásában adott útbaigazítást,

SZABÓ ERNŐ és SZABÓ ERNŐNÉ kollégáknak, akik a vizsgálati anyag kémiai természetű előkészítését végezték el helyettem,

a tihanyi intézet *Növénytani Osztálya* többi tagjának, akik a szükség szerint mindenben mindenkor készségesen segítettek,

és dr. ZS. NAGY IMRE kollegának mikrofelvételek szíves elkészítéséért. Fogadják, kérem, mindannyian őszinte köszönetemet.

IRODALOM

- BERG, K. (1929): A faunistic and biological study of Danish Cladocera. — *Vidensk. Medd. fra Dansk naturh. Foren.*, **38**, 31—111.
- BRADLEY, W. H. (1963): Paleolimnology in D. G. FREY (edit.) *Limnology in North America* 621—652.
- DADAY J. (1888): A magyarországi Cladocera-k magánrajza. — *Crustacea Cladocera Fauna Hungarica*, KMTTT Budapest, VIII + 128.
- DADAY J. (1897): Crustacea. In *A Balaton Tud. tanulm. Eredm. — Result. d. wiss. Erforsch. d. Balatonsees*. II. 1.
- DADAY J. (1918): A Magyar Birodalom Állatvilága. — *Fauna Regni Hungariae. Crustacea* 1—11. o. Budapest.

- DE COSTA, J. J. (1964): Latitudinal distribution of chydorid Cladocera in the Mississippi Valley, based on their remains in surficial lake sediments. — *Invest. Indiana Lakes et Streams* **6**, 65—101.
- DUDICH E. (1935): in litt.
- EDMONDSON, W. T. (1959): (edit.) WARD & WHIPPLE: Fresh-Water Biology 2^d edition.
- ENTZ G., KOTTÁSZ J. és SEBESTYÉN O. (1937): Quantitativ tanulmányok a Balaton bioszesztonján. — Quantitative Untersuchungen am Bioseston des Balatons. — *Magyar Biol. Kut. Munk.* **9**, 1—152.
- ENTZ G. és SEBESTYÉN O. (1940): A Balaton élete. — *Magyar Biol. Kut. Munk.* **12**, 1—168.
- ENTZ G. és SEBESTYÉN O. (1942): A Balaton élete. — *Kir. Magy. Term. Tud. Társ.* **124**, VIII + 366.
- † ENTZ G. und O. SEBESTYÉN (1946): Das Leben des Balaton-Sees. — *Magyar Biol. Kut. Munk.* **16**, 179—411.
- ENTZ, B., G. TAMÁS und J. E. PONYI (1963): Sedimentuntersuchungen im südwestlichen Teil des Balaton in der Bucht von Keszthely in 1962. — *Annal. Biol. Tihany* **30**, 103—125.
- FLÖSSNER, D. (1962): Zur Cladoceren fauna des Stechlinsee-Gebietes I. Über Morphologie und Variabilität einiger Formen und über Funde seltener Arten. — *Limnologica* (Berlin) **1**, 3. 217—229.
- FLÖSSNER, D. (1964): Zur Cladocerenfauna des Stechlinsee-Gebietes II. Ökologische Untersuchungen über litoralen Arten. — *Limnologica* (Berlin) **2**, 1. 35—103.
- FRANÓF, R. (1894): A Balaton iszapjáról. Über den Schlamm des Plattensees. — *Földt. Közl.* **24**, 111—147.
- FREY, D. G. (1958): The late-glacial cladoceran fauna of a small lake. — *Arch. f. Hydrobiol.* **54**, 209—275.
- FREY, D. G. (1959): The taxonomic and phylogenetic significance of the head pores of the Chydoridae (Cladocera). — *Int. Rev. Hydrobiol.* **44**, 27—50.
- FREY, D. G. (1961a): Differentiation of *Alonella acutirostris* (Birge 1879) and *Alonella rostrata* (Koch 1841) (Cladocera, Chydoridae). — *Trans. Amer. Micr. Soc.* **30**, 129—140.
- FREY, D. G. (1961b): Developmental history of Schleinsee. — *Verh. internat. Verein. Limnol.* **14**, 271—278.
- FREY, D. G. (1962): Cladocera from the Eemian interglacial of Denmark. — *Journal of Paleontology* **36**, 1133—1154.
- FREY, D. G. (edit.) (1963): Limnology in North America. — Univ. of Wisconsin Press, XVIII + 734.
- FREY, D. G. (1964): Remains of animals in Quaternary lake and bog sediments and their interpretation. — *Arch. Hydrobiol. Beih. Ergebn. Limnol.* **2**, I—II, 1—114.
- GOULDEN, C. E. (1964): The history of the Cladoceran Fauna of Esthwaite Water (England) and its limnological significance. — *Arch. Hydrobiol.* **60**, 1—52.
- GOULDEN, C. E. and D. G. FREY (1963): The Occurrence and Significance of Lateral Head Pores in the Genus *Bosmina* (Cladocera). — *Int. Revue ges. Hydrobiol.* **48**, 513—522.
- HANKÓ B. (1927): *Iliocryptus Balatonicus*, új ágasesápú rák a Balaton fenékiszapjából. — *Arch. Balat.* **1**, 97—115.
- HUTCHINSON, G. E. (1963): The Prospect before us in D. G. FREY (edit.): Limnology in North America 1963: 683—690.
- LILLJEBORG, W. (1900): Cladocera Sueciae. — *Nova Acta Reg. Sci. Upsaliensis* S. 3. **19**, 1—701.
- LÓCZY L. (1913): A Balaton környékének geológiai képződményei stb. — *Bal. tud. Tanulm. Eredm.* I. 1. I. VII + 617, I. még I. I. VI. függ. TREITZ P., VII. függ. EMSZT K.
- LÓCZY, L. (1916): Die geologischen Formationen der Balatongegend und ihre regionale Tektonik. — *Res. wiss. Erforsch. d. Balatonsees* I. 1. I, 1—716. Siehe Anhang VI, P. TREITZ; Anh. VII. K. EMSZT.
- MEGAR, R. O. (1964): Biostratigraphic history of Dead Man Lake Chuska Mountains, New Mexico *Ecology* **45**, 529—546.
- MESCHKAT, A. (1934): Der Bewuchs in den Röhrichten des Plattensees. — *Arch. f. Hydrobiol.* **27**, 436—517.
- MEUCHE, A. (1934): Die Fauna im Algenbewuchs nach Untersuchungen im Litoral Ostholsteinischer Seen. — *Arch. f. Hydrobiol.* **34**, 349—520.
- MEUCHE, A., (1937. X.) in litt.

- MUELLER, W. P. (1964): The distribution of cladoceran remains in surficial sediments from three northern Indiana lakes. — *Invest. Indiana Lakes et Streams* **6**, 1—63.
- NEGREA, ST. (1964): Citeva aspecte ale Studiului Cladocerilor (Crustacea, Cladocera) din coruplexul de Bălti Crapina-Jijila. — *Hidrobiologia Bucuresti* **5**, 137—156.
- PONYI, J. (1956): A balatoni hínárosok Crustaceáinak vizsgálata. — *Allatt. Köz. 45*, 107—121.
- PONYI, E. (1957): Untersuchungen über die Crustaceen der Wasserpflanzenbestände im Plattensee. — *Arch. Hydrobiol.* **53**, 537—551.
- PONYI, J. (1962): Zoologische Untersuchung der Röhrichte des Balaton, I. Krebse. — *Annal. Biol. Tihany* **29**, 129—163.
- RYBACK, M. et J. I. RYBACK (1964): Crustacea of the summer plankton in the littoral of lakes in the Wegorzewo District. — *Ekologia Polska-S. A.* **12**, 147—158.
- RYBACK, M., J. I. RYBACK and K. TARWID (1964): Differences in Crustacea Plankton based on the morphological character of the littoral of the Lakes. — *Ekologia Polska*. — *S. A.* **12**, 159—172.
- SCOURFIELD, D. J. and J. P. HARDING (1958): A key to the British species of freshwater Cladocera. — *Freshw. Biol. Ass. Sci. Publ.* **5**, 1—55.
- SEBESTYÉN, O. (1947): Cladocera studies in Lake Balaton I. Mud-living Cladocera and muddy bottom as environment. — *Act. Biol. Hung.* **17**, 1—16.
- SEBESTYÉN, O. (1948): Cladocera studies in Lake Balaton II. Littoral Cladocera from the North-eastern shores of the Tihany-peninsula. — *Arch. Biol. Hung.* **18**, 101—116.
- SEBESTYÉN, O. (1949/50): Studies on detritus drifts in Lake Balaton. — *Annal. Inst. Biol. Pervest. Hung.* **19**, 49—64.
- SEBESTYÉN, O. (1957a): Epizoikus Collotheca (Rotatoria) Monospilus disparon (Cladocera). — Investigations on an epizoic Collotheca attached to Monospilus dispar. — *Annal. Biol. Tihany* **24**, 183—192.
- SEBESTYÉN O. (1957b): Parti tanulmány. — *Annal. Biol. Tihany* **24**, 165—181.
- SEBESTYÉN O. (1958): A Balaton-kutatás 30 éve Tihanyban. Die dreissigjährige Balaton-See-Forschung im Biologischen Forschungsinstitut zu Tihany. — *Annal. Biol. Tihany* **25**, 9—28.
- SEBESTYÉN, O. (1959): Studie über das organische Sediment im Erosionslittoral des Balatonsees. — *Arch. f. Hydrobiol.* **55**, 375—391.
- SEBESTYÉN O. (1960): Horizontális planktonvizsgálatok a Balatonon I. Tájékozódás planktonrákok horizontális elterjedéséről. — Horizontale Planktonuntersuchungen im Balaton I. — *Annal. Biol. Tihany* **27**, 115—130.
- SEBESTYÉN O. (1962): Az utóbbi tizenöt év Balaton-kutatásának eredményei 1946—1960. — Ergebnisse der Balaton-Forschung der letzten fünfzehn Jahren 1946—1960. — *Annal. Biol. Tihany* **29**, 162—266.
- SEBESTYÉN, O. (1964a): Horizontale Planktonuntersuchungen im Balaton. III. — *Annal. Biol. Tihany* **31**, 223—243.
- SEBESTYÉN O. (1964b): Történeti törekvések és az állóvizek jelenének limnológiai vizsgálata. Lake history studies and limnological investigations of standing water bodies. *Hidr. Köz. 45*, 8. 371—375.
- SEBESTYÉN O., ENTZ B. és FELFÖLDY L. (1951): Alacsony vízállással kapcsolatos biológiai jelenségekről a Balatonon 1949 őszén. — A study on biological phenomena occurring at low water on the shore of Lake Balaton in 1949. — *Magyar Biol. Kut. Int. Évk.* **20**, 127—160.
- WAGLER, E. (1937): Crustacea-Krebstiere. — BROHMER—EHRMANN—ULMER: Tierwelt Mitteleuropas II. 3—224.
- TRAXLER, L. (1898): A Balaton iszapjának szivacs spikulumai. — *Földt. Köz. 23*, 226—228.
- VRANOVSKY, M. and M. ERTL (1958): Zoznam perloočiek (Cladocera) zistených na zitnom ostrove R. 1953—57. — *Biologica Čas. Slov. Akad. Vied.* **6**, 451—462.
- ZÓLYOMI B. (1952): Magyarország növénytakarójának fejlődéstörténete az utolsó jégkorszaktól. — *MTÁ Biol. Oszt. Köz. 1*, 491—530.
- ZÓLYOMI, B. (1953): Die Entwicklungsgeschichte der Vegetation Ungarns seit dem letzten Interglacial. — *Acta Biol.* **4**, 307—430.

CLADOCERA STUDIES IN LAKE BALATON III. PRELIMINARY STUDIES
FOR LAKE HISTORY INVESTIGATIONS

Summary

Olga Sebestyén

Results of palynological investigations aiming toward insight into the postglacial development of the vegetation in Hungary also threw light on the limnical development of Lake Balaton (ZÓLYOMI 1953: 387—392).

In the course of the Balaton survey organized by the geologist L. LÓCZY sr (1891), including a thorough geological (LÓCZY), mineralogical (TREITZ) and chemical (ÉMSZT) investigation of core samples (1894—1896), one *Pinus sylvestris* cone, mollusc shells and reed fragments came to light; the diatom remains from the upper section of the cores had been taxonomically studied by PANTOCSEK (LÓCZY, 1916; 535—538, 622—646; 646—652.)

Microfossils from the surfacial sediment had been noted by FRANCÉ (1894) and TRAXLER (1898).

Through the kindness of Academician, B. ZÓLYOMI, samples of his cores (1948) were made available for paleolimnological studies.*

Beside using material at hand on bottom-habiting cladocerans (samples, notes, original drawing by the author, from the forties), new samplings were made from the fresh deposits:

a) along a cross section, Tihany — Balatonfüred, including both off shore and littoral situations, and the lotic (Tihany) and lenitic (Balatonfüred) nature of the latter.

b) off Akali, where ZÓLYOMI's core, № I/a was taken.

c) off Keszthely, at the furthestmost SW edge of the lake, where a natural filling is going on. A few probes here originate from the edges of stands of reed and within submerged macrovegetation beds in shallow water.

With some modifications the method used previously (SEBESTYÉN, 1947) for providing fresh material for bottom investigations was applied. Using suitable devices for qualitative sampling in both "deep" and shallow water, the upper 1.5—3 cm thick layers of the sediment were taken into study. The samples were resedimented, both the superimposed water and the uppermost parts of the sediment were screened (90 μ), repeatedly. From the residue the cladocerans in live condition were selected by a pipette under a low-power binocular microscope (Zeiss's SM XX).

For neuston samples the surface film was skimmed when a cladocera neuston — a temporary phenomenon — occasionally formed (Kis-öböl bay, Tihany). Such samples brought usable material for this study.

Samples 1—11, 25, of core III (Szigliget — Balatonfenyves) and samples 3—4, of core I/a, Akali were analysed for the microfossils. From the samples of core III the organic residue was already available, from core I/a the organic constituents were obtained by FREY's method (FREY, 1961 and personal communication). Samples of core III contained very few cladoceran remains. However they were rich in microfossils of plant origin especially of *Pediastrum* and diatoms, in excellent condition (Plate 7: Fig. 75).

This paper — a kind of a progress report — is based partly upon the results of the analysis of subfossil cladocerans, samples 3—4, core I/a (135 and 175 cm depth) and on the recent material mentioned. Because of the poor condition of most of the remains, especially those of the shells, specific identifications were not always satisfactory, in many cases impossible. Parallel with the sediment analysis, efforts were made to study the distribution of bottom-habiting cladocerans, the life history and ecological requirements of the populations of the various species as well as further morphological studies on the Balaton populations in view of a more successful recognition of the remains. The condition of the remains before being incorporated in the deposits is also of great interest.

Results

1. The most common bottom-living forms are *Macrothrix laticornis* O. F. MÜLLER, *Ilicryptus* sp., mostly of *I. agilis* KURZ., (hydrophilic forms), *Alona quadrangularis* O. F. MÜLLER, *Alona affinis* (LEYDIG), *Leydigia acanthocercoides* FISCHER, *Alonella*

* Now samples of the newest cores (1964) bored with a more suitable apparatus are available. (Zólyomi personal communication.)

rostrata (KOCH), *Pleuroxus uncinatus* BAIRD (*P. balatonicus* DADAY not distinguished) and *Monospilus dispar* SARS (hydrophobic forms, with the exception of *Pleuroxus uncinatus*) (Tables 1. A B).

2. In the neuston samples intact specimens (alive + dead) of all these occur. In the upper layer of the New Holocene, with a few exceptions, only remains of the Chydoridae were noted (Text tables c d).

3. In the neuston samples intact species of pelagic copepods, eggs, larvae and fragments are also present. The exoskeleton of *Ectinosoma abrau* KRÍČAGIN, a very common mud form in our lake, is hydrophobic, in contrast to that of pelagic copepods. Bodies of hydrophylic forms (Macrothricidae, pelagic copepods etc.) ascend to the surface of the water, very likely driven by the decomposition products of a gaseous nature. The presence of bubbles was observed in some instances. Bodies and fragments of hydrophobic forms are easily caught in the surface film (Table 2., text tables a b).

4. Analyses of the neuston samples as to species threw some light on the relation between the recent bottom-living cladoceran fauna and the species structure of cladoceran remains in the New Holocene samples.

5. Remains of the chydorid cladocerans in the neuston demonstrate both the separation of the various parts of the exoskeleton as well as a further fragmentation (Plate 4 : fig. 38). Thus it could be established that fragmentation and corrosion — not now considering biological activities — of all degrees take place before the incorporation of the remains in the sediment. This statement is supported by the author's former studies on detritus drifts and plankton (SEBESTYÉN, 1949/50, 1964) and at the same time it could explain the various conditions of the fragments found in surficial sediment, in the neuston and in the cores.

6. In spite of a shallow basin the zooplankton of Lake Balaton has a lacustrine character with rather large populations of rotifers and crustaceans. Occurrence of such remains, however, is rather exceptional. A few fragments of *Bosmina* shell were noted both in the neuston and core samples. *Bosmina* is represented in Lake Balaton by a small population. One mandible might belong to a daphniid. A few resting eggs of a *Filinia* sp. were found both in neuston and core samples. The cold stenothermous *Filinia terminalis* (PLATE) is the sole member of this genus of the recent plankton community. Fragments of a copepod antenna are a rarity in the subfossil material. Various species of *Pediastrum* are present in the recent plankton, also in neuston and core samples, being especially frequent in the latter. *Botryococcus* and diatoms were also noted. Regular plankton elements in the open water community are empty cases of *Hyalosphaenia gigantea* GRAAF, conidia of *Alternaria* and *Pinus* pollen. The two latter are present both in the neuston and core samples. Cases of *Hyalosphaenia* were recovered only from the neuston, as far. (Table 4, Text-figs 2—12).

From the benthic non-cladoceran elements the well preserved remains of insect larvae should be mentioned.

7. Using data from sample 3, core I/a the density of cladoceran remains is < 10 000/g ash weight.

8. Observations of bottom living cladocerans:

a) Both *Alona quadrangularis* and *Alona affinis* (Plate 1: 1—13, Plate 2: 14—18b; Plate 3: 19—30a) seem to be widely distributed in Lake Balaton. Population of *A. affinis* is very likely bigger than that of *A. quadrangularis*. These two forms occur together usually in the company of the other bottom-habiting cladocerans. *A. quadrangularis*, however, seems to reject beds of aquatic vegetation. *A. affinis* very likely favors the presence of detritus (see MESCHKAT, 1934: 462—463) and filamentous algae (SEBESTYÉN, not published). Females of both species were noted in the winter in the open water, males of *A. affinis* occur at the beginning of the cold water season, that of *A. quadrangularis*, however, were found only very seldom.

In the population of *A. affinis* several specimens having a postabdomen of an atypical shape were found (Plate 2: 14—17a). Within the population of this species perhaps a "forma hiemalis" could also be distinguished. However this "forma" has not been studied nor depicted as yet. Considering the size of the animal, and the presence of certain male characteristics together with the shape of a female postabdomen, perhaps gynandromorphy occurs within the Balaton population of *A. affinis* (Plate 2: 18, 18a, 18b).

b) Population of *Leydigia acanthocercoides* (Plate 4: 31—45) is distinguished by having the shortest span of active life among the bottom-habiting chydorids in our lake. It seems to be a definitely warm stenothermous form. This is in accordance with its scarce presence in northern countries. The placing of *L. acanthocercoides* among the "southern forms" by DE COSTA (1964) is noteworthy in this respect.

The short period for active life of the population in our lake, its rapid increase and sudden disappearance should be perhaps considered when evaluating the population density of this form in the past in comparison with other bottom-living cladocerans.

This species very likely includes *Alona balatonica* DADAY. The structure of the shell is manifold and variable in the Balaton population and a difference in the morphology of the antenna I could not be established. The shape of the area around the pores of the headshield varies; however the configuration of the pores proper is typical. (Plate 4: 42 abcd). Further detailed morphological studies on the population of *Leydigia acanthocercoides* might be profitable.

c) Evidence was found that *Alonella rostrata* (Plate 5: 46—55a) endures or perhaps favors environmental conditions unfavourable for the other bottom-living cladocerans (stagnant water). Teeth at the ventral - posterior corner of the shell are not always present in the Balaton population.

d) *Monospilus dispar* (Plate 6: 56—71, textfig. 13) seems to be one the most common chydorids present in the bottom of the open water.

Leydigia acanthocercoides, *Alonella rostrata* and *Pleuroxus uncinatus* definitely, (*Monospilus dispar* very likely), monocyclic. At the proper season a greater number of males occur within their populations in comparison with the two large *Alona* mentioned.

The presence of small tubercles or punctae on the shell in some instances on the legs and postabdomen — differing in size and shape from the pattern of *Alona guttata tuberculata* — were noted on *Macrothrix laticornis*, on both large *Alona*, on *Leydigia acanthocercoides* and on *Alonella rostrata* (Text figs. 1 abc). These usually disappear after death.

Epibionts occur frequently on *Leydigia acanthocercoides*, sometimes on the two large *Alona*. These — usually Peritricha ciliats — are attached to the inner surface of the edge of the shell or on the postabdomen. On both *Alonella rostrata* and *Monospilus dispar* epibionts are attached to the outer surface of the shell.

9. Kis-öböl bay, Tihany, represents a part of Lake Balaton where environmental conditions are various and variable on a large scale. This is because of the interaction of various factors such as site and shape of the basin, the immediate contact with the lake proper, water dynamics and the nature of the bottom.

On the surface of a compact sandy deposit a thin layer of a mixture of fine inorganic silt and organic detritus inhabited by cladocerans and other microorganisms. This layer can be shifted easily by the rolling waves, accumulates at the edge of the bay and frequently is thrown on land, forming detritus drifts rich in cladoceran remains and intact specimens of cladocerans etc. (SEBESTYÉN 1949/50, 1959). Thus this thin layer, including its inhabitants, may disappear from its original location in a very short time, perhaps within few hours, however, it could be recovered, repeatedly, from the lake proper. Along with this a refilling process with sand takes place in the bay, as could be observed during the past few decades.

Because of the presence of a small but increasing bed of reed there are well protected spots in the close neighbourhood of a fragment of an erosion littoral. A cladocera neuston occurs here occasionally, the material of which may submerge again or be cast ashore repeatedly. All these phenomena give and insight into the accumulation of the cladoceran remains and other chitinous particles at certain sections of the lake shore.

ИССЛЕДОВАНИЯ КЛАДОЦЕРА В БАЛАТОНЕ. III. ПРЕДВАРИТЕЛЬНОЕ ИЗУЧЕНИЕ ИСТОРИИ ОЗЕРА

Ольга Шебешть

Балинт Зойоми с целью реконструкции растительного покрова страны оценил свои ралинологические результаты, полученные из образцов новейших балатонских осадочных проб, и с точки зрения лимнического развития озера (1952, 1953).

Автор совершил предварительные изучения к истории озера на микрофоссилии этих проб, подчеркивая значение, прежде всего, кладоцеровых раков. Подчеркивание этой группы оправдывается тем, что по литературным данным уже известно палеолимнологическое значение участников этой группы, в первой очереди на том основании, что их остатки часто встречаются в разных слоях осадка, и что определение видов облегчают новые морфологические данные, касающиеся детали головного щита хитинового скелета. Соответствующий метод для их оценки также был описан (См. работы Фрея в литературном обзоре, 1958—1964).

Кладоцеровые раки уже были изучены автором (1947, 1948) и данные, связанные изучением детритуса можно использовать и с точки зрения истории озера (подходящее место для накопления хитиновых скелетов, дальнейшая судьба этих скелетов, и т. д., 1949/50, 1957 б, 1959).

После ознакомления остатками сегодняшних кладоцеровых раков озера, обнаруженными в образцах с нового галоценового слоя (видовая принадлежность, частота нахождения) были проведены дополнительные исследования по взаимосвязи частоты нахождения, экологического характера места обитания и распространения видов, живущих в осадке. Стало необходимым более глубокое ознакомление с теми же морфологическими признаками, которое дают возможность определить видов без всякого сомнения.

Установления.

Осадочные пробы нового галоцена и настоящего дня, изученные до сих пор, чаще всего содержат те же виды, а именно: *Alona quadrlangularis*, *Alona affinis*, *Leydigia acanthocercoides*, *Alonella rostrata*, *Pleuroxus uncinatus*, *Monospilus dispar*. — а морфологические осадки раков *Macrothricida* встречаются весьма редко. Обнаруженные виды за исключением одного были подробно изучены автором (рисунки 1—6).

Leydigia acanthocercoides, *Alonella rostrata*, *Pleuroxus uncinatus* являются бесспорно моноциклическими, а *Monospilus dispar* — возможно тоже. В соответствующем времени в популяции этих видов обнаруживаются больше самцов чем у двух видов *Alonae*.

В балатонском осадке обнаруживаются те же морфологические остатки внешнего хитинового скелета, которые известны из новейших литературных данных в этом отношении (Fey) (Головной щит, постбрюхо и конечные ногти, раковина, мандибуля и т. д.).

Примерно половину от всего осадка нельзя было определить на уровне вида, из-за размелчения их и корродированных состояний.

Озерный характер Балатона в настоящее время доказывают и планктонные раки, встречающиеся в большом количестве. А с этой группы обнаруживалось всего несколько раковин *Bosmina*. А в сегодняшнем планктоне озера *Bosmina* играет подчиненную роль в количественном отношении.

Из участников сегодняшнего планктона в осадке отличается — как это было заметно и с Зойми — ценобиумов *Pediastrum* по своей хорошей сохранности и частоте нахождения. Отдельные разцы богаты и остатками кремневых водорослей. Находились несколько экземпляры спокойных яиц *Filinia* sp. (*Rotatoria*) этот вид представлен в настоящем планктоне с *F. terminalis*, предпочитающий холодной воды. Среди планктонных элементов *Allochton-a* нашли сосновые пылинки и конидию *Alternaria* (*Fungi imperfecti*) в осадке нового галоцена, последняя была в наилучшем состоянии из всей микрофосцилии.

С точки зрения истории озера представляют интерес остатки личинок насекомых (*Chironomidae*) так как они подтверждают, что Балатон всегда был озером.

Можно было установить — особенно при изучении кладоцеровых невтонов — что перед загрузением в осадок хитиновые скелеты также как и морфологические остатки распадаются на мелкие кусочки и быстро начинается их интенсивная коррозия. В отдельных случаях наблюдали разложение раковины на мелкие прямоугольные кусочки.

Тиханьский маленький залив представляет такую часть прибереговой области — находящийся в обмелении — который находится в взаимосвязи с открытой водой по длинному участку. Вследствие взаимосвязи его расположения, формы, направления волн и качества осадка остатки микроорганизмов, обитающих в иле, передвигаются пассивно к берегу, сплываются и частично выбрасываются на берег в виде накопления.

Краевые воды пригодны для образования кладоцеровых невтонов. Это указывает на судьбу остатков хигина и т. д. перед их завалке в осадок.

Образцы невтона дают ценной материал к предварительному изучению истории озера. Было установлено количественным исследованием (532 данных) на образце 1/A—3 (собранный в Акали на 135 см о поверхности осадка), что 1 г золи (остаток после нагревания на 550° C) содержит 10 000 остатков кладоцеров.

С целью оценки остатков кладоцеров и т. д. в осадочном пробе с точки зрения истории озера необходимо дальнейшее исследование настоящих кладоцеров озера по вышеизложенной точки зрения.

1A Táblázat

Kladocerák és kladocera maradványok a Balatonból

„Nem Chydoridae”

Sorszám	Fajnév 1	Szerző 2	Turzásból 3	Neusztomból 4	Felszíni üledék- rostálattól 5	Új holocén rétegből Akali I/a furat 6	
						135 cm	175 cm
1.	<i>Sida crystallina</i> (O. F. Müller)	D M De K S P				P C	
2.	<i>Diaphanosoma brachyurum</i> Liévin ..	D De K S	R		R		
3.	<i>Daphnia cucullata</i> Sars Kahlbergensis Schödler	D M De K S P		E e	E e ex	Md?	
4.	<i>Macrothrix laticornis</i> O. F. Müller ...	D De K S P S⁺		t S [?] ex	+		
5.	<i>Iliocryptus</i> sp.	D H De K S P S⁺	+ ●	t S [?]	+ ●		
6.	<i>Bosmina</i> sp.	D De K S P S⁺		S	H S	S	S
7.	<i>Leptodora kindtii</i> (Focke)	D K S	R	C	R eCP		

Jelmagyaráza

- D** = Daday 1888, 1897, 1918
D⁺ = Daday, csak a Kis-Balatonból
De = Dudich in litt. 1935
H = Hankó 1927
K = Kottász (in Entz—Kottász—Sebestyén 1937)
M = Meschkat 1934
P = Panyi 1956, 1957, 1962, 1963 (in Entz—Panyi—Tamás)
S = Sebestyén 1947, 1948, 1949/50, 1957, 1959
S⁺ = Sebestyén, nem közölt újabb adat
+ = eleven
● = elpusztult
ap = ♂ első lábpár kampós függeléke
c = több vázrész együtt (comb.)
C = végkarom
E = ephippium petével
e = ephippium üres
ex = vedlet
H = fejpajzs
Md = mandibula
? = bizonytalan
P = utópotroh (abreptor)
R = nyugvópete
S = héj
t = teljes állat

Table 1 A

Cladocerans and cladoceran remains from Lake Balaton, "Non-chydorids". Only those listed the remains of which were found in core I/a, samples 3—4 (135 and 175 cm)

- 1 = name
 2 = author
 3 = from drift
 4 = from neuston
 5 = from fresh sediment
 6 = from New-Holocene layer, core I/a
D⁺ = Daday, only from Kis-Balaton
S⁺ = Sebestyén, not published previously
+ = live specimen
● = dead specimen
ap = ♂ appendage
c = comb. = combination of several parts of the exoskeleton
C = claw
E = ephippium, with egg
e = ephippium, no egg
ex = exuvium
H = headshield
Md = mandible
? = uncertain
P = postabdomen
R = resting egg
S = shell
t = intact animal
kis = small

Chydoridae

1B Táblázat
Kladocérák és kladocera maradványok a Balatonból

Sorszám	Fajnév	Szerző	Turzásból	Neusztomból	Felszíni üledék- rostálattól	Új holocén rétegből		
						135 cm	175 cm	
1.	<i>Eurycercus lamellatus</i> (O. F. Müller)	D⁺ K S P	S⁺	+ S	H	P C	S	
2.	<i>Camptocercus rectirostris</i> Schödler ...	D De K S	S⁺		+ H S	H S P C	H ?	
3.	<i>Acroperus harpae</i> (Baird)	D K S P	S⁺	+ S E	+ H	ex	H C	H ?
4.	<i>Alonopsis elongata</i> Sars	K				cPS		
5.	<i>Alona guttata</i> Sars	D M K S P				H ? P	C ?	
6.	<i>Alona guttata</i> Sars tuberculata Kurz	S P						
7.	<i>Alona (Oxyurella) tenuicaudis</i> Sars ...	M				P	C	
8.	<i>Alona rectangula</i> Sars	P	S⁺			+	H ? S P	C ?
9.	<i>Alona rectangula pulchra</i> Hellich	P	? S⁺			+ ?		
10.	<i>Alona quadrangularis</i> (O. F. Müller) ..	D K S P	S⁺		H P S C ex cSPMd	H S P C	H S P C	H S P
11.	<i>Alona affinis</i> (Leydig)	D M S P	S⁺	+ • S	+ H H _♂ S P C cHMD	H S P C c	H S P C	H S P C cPS
12.	<i>Leydigia leydigi</i> (Schödler)	D P	S⁻				H ? S ?	S ?

13.	<i>L. acanthocercoides</i> (Fischer)	D S P	S⁺	+ E e	+ t H S cHMd P C ex E	H S P C e	H S P P ♂ C e	H P
14.	<i>Graptoleberis testudinaria</i> (Fischer) ..	D De S	S⁺		H ♂ S ?			
15.	<i>Alonella rostrata</i> (Koch)	D K S	S⁺	+ E	+ H S	H S ex	H S P ? C	S ?
16.	<i>Alonella excisa</i> (Fischer)	D K S			S		S	S ?
17.	<i>Alonella exigua</i> (Lilljeborg)?	S					H ?	
18.	<i>Peracantha truncata</i> (O. F. Müller) ..	K						
19.	<i>Pleuroxus laevis</i> Sars	S P						
20.	<i>Pleuroxus aduncus</i> (Jurine)	S P						
21.	<i>Pleuroxus trigonellus</i> (O. F. Müller) ..	D K	S⁺					
22.	<i>Pleuroxus uncinatus</i> Baird*	D S	S⁺		+ H S P ex t	H e	S P ? P ♂	S ?
23.	<i>Chydorus globosus</i> Baird	D⁺ K P	S⁺					
24.	<i>Chydorus piger</i> Sars	P						
25.	<i>Chydorus sphaericus</i> (O. F. Müller) ..	D M De K S P	S⁺		H		S	
26.	<i>Chydorus ovalis</i> Kurz	K						
27.	<i>Monospilus dispar</i> Sars	D S P	S⁺	+ • S E e	H S H ♂	H S P	H H ♂ S C	S C cSCMd
28.	<i>Alona</i>			+ E	H S P ap e		H S P C cPS	S P C
29.	<i>kis Alona</i>				H S			C

* = nincs elkülönítve a *P. balatonicus* Dadaytól. Jelmagyarázat = u. a., mint 1/A táblázatnál.

Table 1 B

Cladocerans and cladoceran remains from Lake Balaton Chydoridae

* / = *Pleuroxus balatonicus* Daday not distinguished. For others. see Table I A

2. Táblázat

Kladocerák és maradványok neuszton mintából (5. sz.), Tihany, Kis-öböl
1963. július 26.

Fajnév I	t	ex	H	P	S	C	comb.	Összesen		
Macrothrix laticornis .	6	1			1			6		
Iliocryptus sp.	2				1			2		
Bosmina					4	3		4		
Camptocercus rectiro- stris			2	1	1			3		
Acroperus harpae			1					1		
Alona (rectangula) ..			1		5			6		
Alona quadrangularis			11	1	3	20	4	3	1	36
Alona affinis			20	4	1	26	2	4	56	
Alona			2	4	12			18		
Leydigia acanthocercoides	1	1	3	1	4	5	1	1	1	16
Graptoleberis testudinaria						1				
Alonella rostrata			5		8			13		
Alonella excisa					1			1		
Pleuroxus uncinatus .	2		1	2	9	1	2	3	19	
Chydorus sphaericus .			1					1		
Monospilus dispar			14		12			26		
Chydoridae			12	1	35			47		
mandibula								(8 ⁺)		
összesen:	11	2	77 ⁺⁺	19 ⁺⁺	151 ⁺⁺	8	9	256* 277**		

+ = Ostracoda md is lehet közte

++ = a kérdéses fajiság adataival együtt

Kurzív számok = faji hovátartozás kérdéses

Egyéb = l. 1A táblázatnál

* = Fajilag biztosan meghatározott egyedek száma mandibula nélkül

** = Összes egyedek száma

Table 2

Cladocerans and cladoceran remains from neuston samples N° 5.

I = names of species

összesen = total

+ = may include ostracods mandibles

++ = uncertain data included

script numbers = uncertain

for others, see Table I A

* = species determined, except by mandibles

** = total

3. Táblázat

Üledékrostálás (3/1. sz. minta), Balatonfüred, strand előtt,
1963. július 25.

1	Eleven 2	Maradvány 3
Macrothrix laticornis	+	
Ilicryptus sp.	+	
Bosmina	—	H S
Daphnia	—	C
Leptodora	—	C c
Camptocercus rectirostris	—	H
Acroperus harpae	—	ex
Alona quadrangularis	♀	H P S C c
Alona affinis	♀	H P S C c
Leydigia acanthocercoides	♀ ♂	H P S C ex
Alonella rostrata	+	H S
Pleuroxus uncinatus	+	H c
Monospilus dispar	+	H P S

Jelmagyarázat = l. 1A táblázatnál

Table 3

Cladocerans and remains from a superficial sediment sample (off Balatonfüred)

- 1 = names of species
2 = alive
3 = remains
for others, see Table I A

Table 4 (See p. 228)

Non cladoceran remains from superficial sediment samples (2), from a neuston sample (3) and from New-Holocene layer, core I/a (4)

- + = present
** = (5) = occurrence of elements, of columns 2–4, in plankton samples
* = coenoxene resp. allochthonous elements
a = plant constituents b = diatoms c = pollens
d = tissues, fragments e = hairs f = constituents of
 animal origin g = cases of rhizopods h = cases of Tintinnidae
i = spicula of sponges j = resting egg k = insect larvae
l = head capsules m = mandibles, labium etc.
n = spines, hairs o = mites

4. Táblázat

Nem-kladocera elemek felszíni üledék- és neusztonmintákból,
valamint új holocén felső rétegéből

Fajnév	1	2	3	4	5
	Felszíni üledék 1963–1964	Neuszton 1963. VII. 26. Tihany	Új holocén I/a furat Akali	Plankton**	
Növény (a)					
kovamoszat (b)	+	+	+	+	
Pediastrum	+	+	+	+	
Botryococcus		+	+	+	
pollenek (c)		Pinus	+	Pinus*	
rostok, töredékek (d)	+	+	+	+	*
Alternaria conidium	+	+	+	+	*
szőrképletek (e) (Hyppophaë, stb.) .		+			+
Állat (f)					
Thecamoeba, általában lakás (g) ..		+			+
Ciliata	+	+			+
Hyalosphaenia gigantea (tok) ..	+	+			+
Tintinnida (lakás) (h)		+			+
szivacstű (i)	+	+	+		+
Plumatella statoblast	+				
Rotatoria	+				+
Filinia nyugópete (j)		+	+		F. terminalis (Plate)
Turbellaria	+				Strongylo- stoma ra- diatum Müller
cocon	+	+	+		
Ostracoda	+	+			+
Copepoda	+	+	+		+
Ectinosoma abrau Kričagin	+	+			+
Insecta lárva (k)	+	+	+		+
fejtok (l)	+	+	+		
szájrészek (m)	+	+	+		
exuvium	+	+	?		+
szőrök (n)		+	+		
Mollusca	+	glochid.			lárva
Tardigrada	+				
Atka (o)	+	+	+		+

+ = Előfordulás

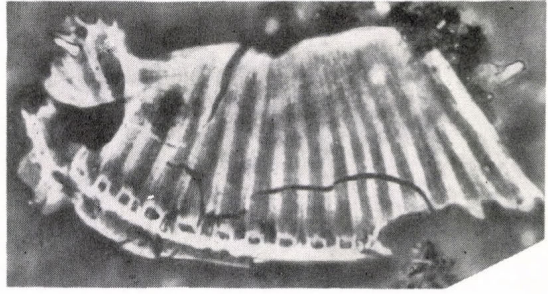
* Cenoxén, ill. allochton elem.

** Megelőző oszlopok adatainak planktológiai vonatkozása.

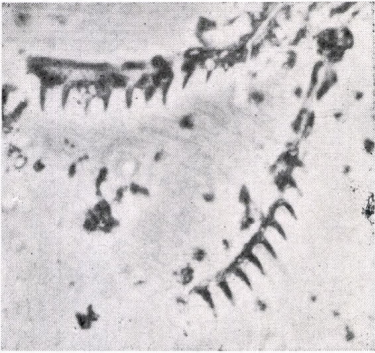
7. Tábla — Plate 7



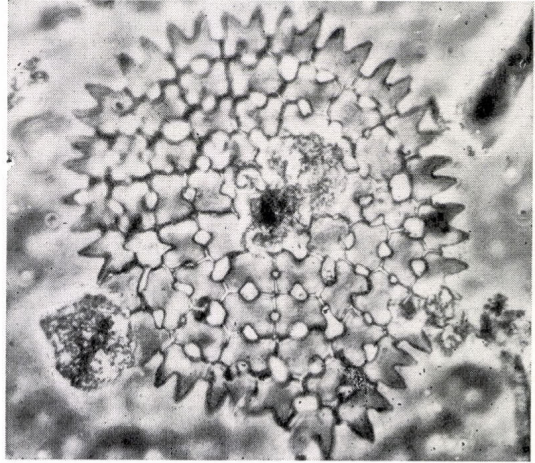
72



73



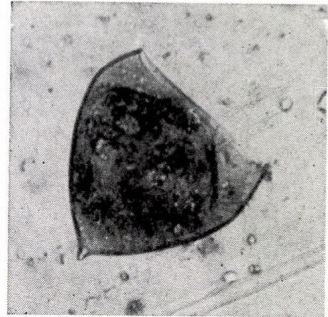
74



75



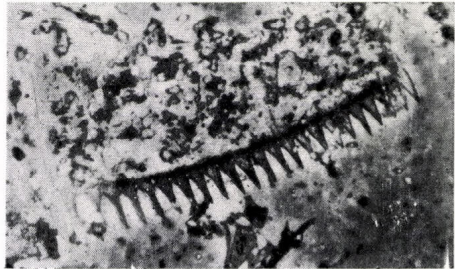
76



77



78



79

7. tábla (mikrofelvételek)*

72—79. ábra

Szemifosszilis maradványok balatoni üledékből (a 72. ábra kivételével)

72. *Alona quadrangularis*. Fejpajzs a mandibulákkal, $h = 303 \mu$, nyíltvízi iszapból. Tihany, 1948. X. 10., 58. i. minta, Pr. 6.
73. Kovamoszat-töredék, $h = 147 \mu$, III. furat (Szigliget-Fonyód) 11. minta (üledék felszínétől 160—170 cm), Pr. c.
74. *Alona affinis* (?) utópotroh háti szegélye a fogakkal, $h = 174 \mu$. I/a furat (Akali), 4. minta, üledék felszínétől 175 cm Pr. 37/a.
75. *Pediastrum duplex* v. *reticulatum* f. *cohaerens* III. furat, 25. minta (290—295 cm az üledék felszínétől) Pr. k
76. *Leydigia acanthocercoides*. Utópotroh, ventrális szegély, $h = 163 \mu$. I₁a furat, 4. minta (üledék felszínétől 175 cm) Pr. 36/a
77. Turbellaria cocon, üres, $h = 151,58 \mu$, I/a furat 3. minta, (üledék felszínétől 135 cm, Pr. 33/b
78. Chydorida, ♂ első lábpár kampószerű függelék, $h = 81 \mu$, I/a furat, 4. minta (üledék felszínétől 175 cm) Pr. 37/b
79. *Eurycercus lamellatus*. Utópotroh dorzális szegély töredéke, $h = 280 \mu$, I/a furat 3. minta (üledék felszínétől 135 cm), Pr. 33/b

* Zs. NAGY I. felvétele (Lumipan mikroszkóp)

Plate 7, figs 72—76 (microphotos)

72. *Alona quadrangularis*, head shield with mandibles, from off shore mud sample, 303 μ
73. Fragment of a diatom 147 μ . Core III., sample 11, 160—170 cm.
74. *Alona affinis* (?). Dorsal edge of postabdomen, $l = 174 \mu$. Core I/a, sample 4, 175 cm
75. *Pediastrum duplex* v. *reticulatum* f. *coherens*. Core III, sample 25, 290—295 cm
76. *Leydigia acanthocercoides*, postabdomen, 163 μ . Core I/a, sample 4, 175 cm
77. Remain of a turbellarian cocon, $l = 151.58 \mu$. Core I/a, 135 cm
78. ♂ appendage of a chydorid cladoceran, $l = 81 \mu$. Core I/a, 175 cm
79. Fragment of the dorsal edge of the postabdomen, *Eurycercus lamellatus* $l = 280 \mu$, Core I/a, 135 cm

HORIZONTALE PLANKTON-UNTERSUCHUNGEN IM BALATON IV.

ÜBER DAS PHYTOPLANKTON IM SÜDWESTLICHEN TEIL DES SEES AUF GRUND VON SCHÖPF- UND NETZFILTERPROBEN VOM JULI 1962.

GIZELLA TAMÁS

Eingegangen: 15. April 1965

Die vorliegende Studie schliesst sich jenen früher erschienenen Arbeiten an, die die auf die horizontale Verbreitung der Planktonorganismen des Balaton bezüglichen Angaben umfassen (SEBESTYÉN 1960, 1964; TAMÁS 1961).

Über die auf die Erkenntnis und Verbreitung des Phytoplanktons des Balaton gerichteten Untersuchungen erschienen Studien schon am Ende des vorigen Jahrhunderts (ISTVÁNFFI 1897, 1898; PANTOCSEK 1902, 1902a). Im Verlauf der weiteren Forschungen wurde mit der qualitativen Bearbeitung der an mehreren Punkten des Sees gesammelten Netzfiltratproben ein an Algenarten sehr reiches Material bekannt (KOL 1938; HORTOBÁGYI 1942, 1943, 1951, 1959; FOTT 1961; TAMÁS 1959, 1963, 1964).

Bedeutungsvoll war der Aufsatz von ÉNTZ—KOTTÁSZ—SEBESTYÉN (1937), in welchem aus vom offenen Wasser vor dem Tihanyer Forschungsinstitut geschöpften Wasserprobenfolgen zum ersten Mal quantitative Angaben über die Populationsdichte des Phyto- und Zooplanktons veröffentlicht wurden. In der weiteren Folge haben mehrere Arbeiten die Angaben der geschöpften- und Netzfiltratproben des offenen Wassers bei Tihany erörtert (NAGY 1939; SZEMES 1939; SEBESTYÉN—TÖRÖK—VARGA 1951; SEBESTYÉN 1953; TAMÁS 1954).

Systematische Sammlungen zur Untersuchung der horizontalen Verbreitung begannen unter der Anleitung von DR. OLGA SEBESTYÉN im Jahre 1955 (SEBESTYÉN 1960, 1960a).

Am 19. und 20. Juli 1962 wurden, vom Forschungsschiff »Balaton« der Wissenschaftlichen Forschungsanstalt für Wasserwirtschaft aus, Plankton- und Schlammprobensammlungen in der Bucht von Keszthely und an mehreren Punkten der Tiefen-Längsachse des Sees entnommen (*Abb. 1*). Die ausführlichen Ergebnisse der Schlammproben dieser Folge wurden in einer Studie zusammengefasst (ÉNTZ—PONYI—TAMÁS 1963). Diese Studie enthält die Bestimmung der Arten und Angaben über die Populationsdichte der zum Zeitpunkt der Untersuchungen in den Proben vorhandenen Algen, sowie die auf die Zusammensetzung der Algengemeinschaft bezüglichen Angaben (vgl. SEBESTYÉN 1960, 99).

Methode

Bei dem am 19. und 20. Juli 1962 gesammelten, aus dem südwestlichen Teil des Sees stammenden Material handelt es sich 1, um Schöpfplankton (je 1 l) aus vier verschiedenen Tiefen des offenen Wassers des Sees, welches

zur Feststellung der Häufigkeit der darin vorkommenden pflanzlichen Organismen, qualitativ und quantitativ untersucht wurde, und 2. um das Netzplankton (Netzgewebe No. 25) zu welchem ergänzende Untersuchungen vorgenommen wurden.

Die geschöpften Proben sind an Ort und Stelle mit Jod Jodkali fixiert und später mit 2%igem Formalin konserviert worden. Die quantitative

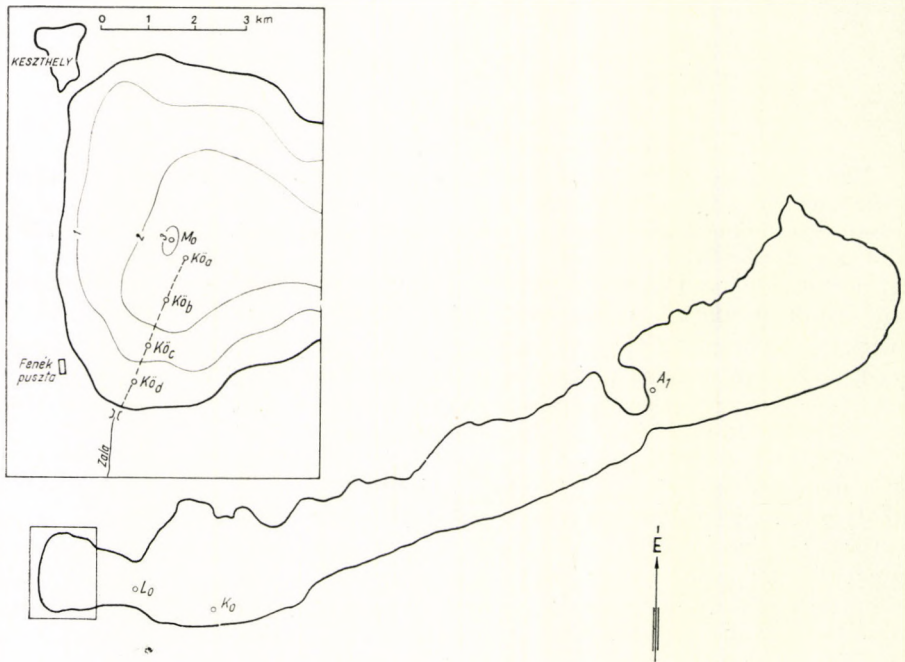


Abb. 1 — Skizzenhafte See-Karte des Süd-West-Beckens des Balaton, mit Bezeichnung der Probenentnahme-Stellen: $Kö_d$ = 1000 m vor der Zalamündung; $Kö_c$ = 1500 m vor der Zalamündung; $Kö_b$ = 2500 m vor der Zalamündung; $Kö_a$ = 3000 m vor der Zalamündung; M_0 = 4000 m vor der Zalamündung; L_0 = Tiefenachse des Balaton zwischen B.-györök- und B.-berény; K_0 = Tiefenachse des Balaton zwischen Szigliget und B.-fenyves; A_1 = Tihany, cca 500 m vor dem Biologischen Forschungsinstitut É = Nord
1. ábra — A Balaton DNy-i medencéjének vázlatos térképe a mintavételi helyek megjelölésével

Zusammensetzung des Phytoplanktons wurde aus den geschöpften Wasserproben mit der UTERMÖHLSchen Sedimentationsmethode (UTERMÖHL 1958), mit Hilfe des UTERMÖHL — Planktonmikroskops Fabrikat Zeiss/Oberkochen (oc 8×; obj. 40) gezählt. Aus je einer Wasserprobe füllte ich 5 Kammern von je 10 ml Rauminhalt mit dem zu untersuchenden Material. Die Zahlenangaben der Tabelle stellen für je eine Algenart ein aus 5 Angaben berechneten Durchschnittswert dar.

Die thallusbildenden- und Fadenalgen wurden je Thallus bzw. Faden (ein durchschnittlich aus 20 Zellen bestehender Fadenteil bildet eine Einheit) notiert. Bei *Microcystis flos-aquae* sind die Zellen jedoch einzeln gezählt

worden. Die *Melosira*-Arten der Klasse Bacillariophyceae der Gruppe Chrysophyta wurden ebenfalls je Zelle verzeichnet.

Zur systematischen Bestimmung wurden die folgenden Werke verwendet: PASCHER: Süßwasserflora Heft 1—5, 9—12; RABENHORST: Kryptogamenflora VII/1, 2, XI, XIII/1, 2, XIV/1, 2; THIENEMANN: Die Binnengewässer XVI/1—5; A. CLEVE-EULER: Die Diatomeen von Schweden und Finnland 1—4.

Ort und Zeit der Probeentnahmen und sonstige Verhältnisse

Die Proben wurden am 19. und 20. Juli 1962 in der Bucht von Kesztely im südwestlichen Teil des Sees (Kö_d—Kö_a) und in der Tiefen-Längsachse (M₀—K₀) entnommen. Zum Vergleich sammelten wir auch im nordöstlichen Teil des Sees auf einer Stelle vor dem Tihanyer Forschungsinstitut Proben (A₁) (Abb. 1). Die Wassertiefe war immer — mit Ausnahme der Sammelorte in der Nähe der Mündung des Zala-Flusses — mindestens 3 m. Das Netz wurde in allen Fällen in einer Tiefe von $\pm 1,5$ m in der Nähe des Probenahmepunktes geschleppt.

In der Zeit der Probenentnahmen waren teils infolge der ungünstigen Witterung (andauernder Wellenschlag) teils deshalb, weil die Sammlung auf einem grossen Gebiet von einem Fahrzeug aus erfolgte, tageszeitliche und tägliche Verschiebungen. Die mit der Sammlung zusammenhängenden sonstigen Verhältnisse (Temperatur, Durchsichtigkeit, pH, usw.) sind in den Angaben der Tab. 1 enthalten.

Untersuchungsergebnisse

Die aus 30 geschöpften und 8 Netzfiltratproben von 8 Sammelorten bestimmten Algenarten, zusammen mit den Pilzen, gehören, in der Reihenfolge der Häufigkeit, zu der folgenden 6 grossen systematischen Gruppen.

	Art	Variante	Form
Chrysophyta	107	16	4
Chlorophyta	62	10	2
Cyanophyta	29	—	—
Euglenophyta	14	1	—
Pyrrophyta	6	—	—
Mycophyta	2	—	—
Insgesamt	220	27	6

Bei der Gruppe Chrysophyta waren die Arten sämtlicher drei Klassen (Xanthophyceae 4, Chrysophyceae 5, Bacillariophyceae 118) vertreten. Sowohl von den Angaben der geschöpften wie auch der Netzfiltratproben geht hervor, dass von den pelagischen Arten der Klasse Bacillariophyceae einige z. B. *Asterionella formosa*, *Attheya zachariasi*, *Cyclotella bodanica*, *C. ocellata*, *Melosira granulata* und ihre Variante, *Stenopterobia pelagica*, *Synedra acus* var. *angustissima*, stellenweise sehr hohe Populationen erreichten.

Tabelle I

Ort und Zeitpunkt
A gyűjtés

Sammelstellen — Gyűjtőhelyek	Kö _d	Kö _c	Kö _b
Zeitpunkt — Időpont	11—12 h 19. 07. 1962	12—13 h 19. 07. 1962	13—14 h 19. 07. 1962
Wassertemperatur — Vízhőfok, C°	21	21	21
Lufttemperatur — Levegőhőfok, C°	19	22	22
Wassertiefe — Vízmélység, cm	110	260	290
Durchsichtigkeit — Átlátszóság,* cm	17	34	40
pH**	8,40	8,44	8,42
In der Netzprobe vorkommende häufige Formen — A hálósplanktonban előforduló gyakori formák	Ceratium, Kieselalgen sehr viel	Ceratium sehr viel, Kieselalgen mit Stipitococcus	Hyalosphenia-Gehäuse,*** Cylindrocapsa lacium vesiculosum auf Cyclops, Cyanophyten, Ceratium und Kieselalgen

Zeichenerklärung

* Die Werte beziehen sich auf Messungen mit der Secchischeibe — Mérések Secchi-korongal.

** Mit der halbmikromethoden von Maucha gemessen — Maucha-féle félmikro módszerrel mért értékek.

*** Siehe: Tamás—Gellért 1960, 69—70. — L. Tamás—Gellért.

Von den tychoplanktischen Kieselalgen kamen einige mit beträchtlicher Populationsdichte vor, z. B. *Fragilaria construens*, *F. elliptica*, *Navicula cryptocephala*, *N. gracilis*, *Nitzschia amphibia*, *N. sigmoidea*, *Surirella robusta* var. *splendida*.

Synedra parasitica benützt die im offenen Wasser des Balaton fast immer anwesenden *Cymatopleuren* von grossem Wuchs (vgl. TAMÁS 1954, 209; 1961, 144) und *Nitzschia sigmoidea* zur Ansiedlung. So wurde diese Art durch ihre Wirtspflanzen zum Mitglied des Planktons (vgl. SEBESTYÉN 1951, 161; 1959, 279). Ihre Population ist beträchtlich.

Von der in die Klasse Xanthophyceae dieser Gruppe gehörigen Fadenalge *Planktonema lauterborni* ist es bekannt (TAMÁS 1954, 208), dass sie im Balaton ihre maximale Entwicklung im allgemeinen zur Zeit des warmen Wassers erreicht. Eben deshalb ist ihre Anwesenheit und ziemlich hohe Individuenzahl in den Proben selbstverständlich. Die Rolle des Epiphyten *Stipitococcus urceolatus* in den Proben des offenen Wassers ist von den Wirtspflanzen abhängig (vgl. TAMÁS 1962, 270).

— 1. Táblázat

der Probeentnahme usw.
helye és ideje

Kö _a	M ₀	I ₀	K ₀	A ₁
14—15 h 19. 07. 1962	15 h 19. 07. 1962	9 h 20. 07. 1962	11 h 20. 07. 1962	17 h 20. 07. 1962
21	21	20,5	21	21,5
22	22	20	24	25
300	270	310	420	370
50	49	38	40	45
8,40	8,40	8,36	8,45	8,24
Rhopalosolen auf Diaphano- soma und Daphnia cucul- lata, Ceratium, Kieselalgen mit Stipitococcus sehr viel	Colacium vesi- culosum auf Cyclops, Cya- nophyten, Ce- ratium und Kieselalgen	Hyalosphenia- Gehäuse, Cola- cium vesiculo- sum auf Cyc- lops, Ceratium, Stipitococcus, Stylosphaeri- dium	Ceratium, Kie- selalgen, Epi- bionten sehr viel	Hyalosphenia- Gehäuse, Cola- cium vesiculo- sum auf Cyc- lops, Cyanophy- ten, Ceratium, Kieselalgen

Auf Grund der Angaben der geschöpften Proben bewegte sich das ortswise prozentuale Vorkommen der Gruppe zwischen 51—82%. Die Gruppe macht 50% der Gesamtalgenartenzahl aus.

Die Mehrzahl der Chlorophyta gehört zur Ordnung Chlorococcales; ihre Populationsdichte ist beträchtlich. Es ist kein Zufall, dass diese Gruppe vom Standpunkt der Häufigkeit die zweite Stelle einnimmt, da die hierher gehörenden Arten das Maximum ihrer Population zur Zeit des warmen Wassers (Juli—August) erreichen (vgl. TAMÁS 1954, 210).

Von den pelagischen Arten waren in den Schöpfproben *Oocystis solitaria* und ihre Form *Pediastrum clathratum* und *P. duplex* var. *reticulatum* beläufiglich. Von den Desmidiaceen erreichten stellenweise *Closterium aciculare*, *Staurastrum gracile* und *S. paradoxum* eine sehr hohe Populationsdichte.

Auf Diaphanosoma und *Daphnia cucullata* siedelten sich die epibionten Grünalgen *Rhopalosolen sebestyeniae* stellenweise in grösserer Zahl an (vgl. FORT 1958, 350). In Abhängigkeit von der Anwesenheit und Häufigkeit der Wirtspflanzen kam auch die Epiphyten-Grünalge *Stylosphaeridium stipitatum* an einigen Stellen vor (vgl. TAMÁS 1962, 268).

Auf Grund der Angaben der Schöpfproben fluktuierte der prozentuale Anteil der Gruppe zwischen 9—29%. Sie macht 29% der Gesamtalgenartenzahl aus.

Die 29 Arten der Cyanophytengruppe kamen in allen Proben vor. Die mehr oder weniger zahlreichen pelagischen Arten, die ihr maximales Vorkommen zur Zeit des warmen Wassers erreichen, wie z. B. *Aphanizomenon*

flos-aquae var. *klebahnii*, und die *Lyngbya* erscheinen auch aus den Ind/Lit. Werten der geschöpften Proben (Tab. 2). Stellenweise begegnen wir höheren Individuenzahlen von *Coelosphaerium kützingianum*, *Gomphosphaeria lacustris*. *Microcystis flos-aquae* ergab mit ihrer in der einen oberflächennahen Probe der Bucht von Keszthely (Kö_a) erreichten auffallenden Individuenzahl von 63 000/Liter den höchsten Wert unter den Cyanophyta.

Das stellenweise prozentuale Vorkommen der Gruppe variierte auf Grund der Angaben der geschöpften Proben zwischen 6–13%; die Gruppe macht 12% der Gesamtalgenartenzahl aus.

Die von der in der Reihenfolge der Häufigkeit folgenden Euglenophyten-Gruppe verzeichneten 15 Arten kamen zwar in allen Proben, jedoch nur sporadisch vor. Die bei der algologischen Bearbeitung der Schlammproben gewonnenen und mitgeteilten Angaben (ENTZ—PONYI—TAMÁS 1963, 111) bekräftigen die Annahme der ungarischen Forscher (NAGY 1939; SEBESTYÉN 1947).

Von den eupelagischen Copepoden die als epibiont lebende Art *Colacium vesiculosum* in allen Netzfiltratproben — mit Ausnahme der in der Nähe der Mündung des Zala-Flusses vorhanden.

Auf Grund der Angaben der Schöpfproben variierte das prozentuale Vorkommen der Gruppe zwischen 3–9%. Sie macht 6% der Gesamtalgenartenzahl aus.

Die 6 Vertreter der beiden Klassen (Cryptophyceae 1, Dinophyceae 5) der Gruppe Pyrrophyta waren in allen Proben zugegen. Auffallend hohe Ind./Liter Angaben erreichte stellenweise *Ceratium hirundinella*. Wie bekannt (SEBESTYÉN 1953, 66) weisen die Angaben für die Populationsdichte dieser Art aus dem Balaton auf Grund von systematischen Untersuchungen der Jahre 1936–1951 eine stets zunehmende Tendenz auf. Im Verlaufe der vorliegenden Untersuchungen habe ich von den geschöpften Proben an der Tiefen-Längsachse des Sees zwischen Szigliget und B. Fenyves (K₀) in 1 m Tiefe 400 000/l verzeichnet.

Auf Grund der Angaben der geschöpften Proben variierte das prozentuale Vorkommen der Gruppe zwischen 0–2%. Die Gruppe macht 2% der Gesamtalgenartenzahl aus.

Die Gruppe Mycophyta war in den Proben mit 2 Arten (*Dactylosporium* sp. und *Asterothrix raphidioides*) vertreten. *Dactylosporium* sp. (BARNETT) kam in den Proben sporadisch vor, während im nordöstlichen Teil des Sees dieser Pilz nach mehrjährigen Angaben und Aufzeichnungen häufiger ist. Der Planktonpilz *Asterothrix raphidioides* (REINSCH) PRINTZ [(Syn: *Cerasterias raphidioides* REINSCH, *Tetracladium Marchalianum* DE WILDEMAN) in THIENEMANN: Die Binnengewässer 1938, 323] ist aus dem offenen Wasser von Balatonboglár (HORTOBÁGYI 1949) und aus dem in der Nähe von B.-boglár befindlichen und in den Balaton fliessenden Határárok (HORTOBÁGYI 1959, 524) sowie aus den Detritus-Driften der Halbinsel Tihany und Szántód (GELLÉRT—TAMÁS 1958, 226; 1960, 59) bereits bekannt.

Das prozentuale Vorkommen der Gruppe variierte auf Grund der geschöpften Proben zwischen 0–1%. Die Gruppe macht nur 1% der Gesamtalgenartenzahl aus.

Bei der Auswertung der Angaben konnte festgestellt werden, dass von den 8 Sammelorten der an Algenarten reichste der von der Mündung des Zala-Flusses auf 2500 m entfernte Sammelort (155) ist, dem der auf 1500 m

von der Mündung des Zala-Flusses befindliche (135) folgt; die ärmsten waren aber die vor dem Biologischen Forschungsinstitut von Tihany (93) und dicht vor der Mündung des Zala-Flusses (103) entnommenen Proben. In allen Proben kamen mit hohen Populationszahlen vor: *Lyngbya circumcreta*, *L. limnetica*, *Ceratium hirundinella*, *Dinobryon divergens*, *Amphora ovalis*, *Asterionella formosa*, *Attheya zachariasii*, *Cyclotella bodanica*, *C. ocellata*, *Cymatopleura elliptica*, *Cymbella cymbiformis*, *Diploneis domblittensis*, *D. elliptica*, *Fragilaria construens*, *F. elliptica*, *Melosira granulata*, *M. granulata* var. *angustissima*, *Navicula costulata*, *N. cryptocephala*, *N. gracilis*, *N. hungarica* var. *capitata*, *N. placentula*, *N. pupula*, *Nitzschia acicularis*, *N. amphibia*, *N. sigmoidea*, *N. tryblionella* var. *debilis*, *Synedra acus*, *S. parasitica*, *S. ulna*, *Ankistrodesmus falcatus* var. *acicularis*, *Crucigenia quadrata* var. *octogona*, *Oocystis solitaria*, *Pediastrum boryanum*, *P. duplex* var. *reticulatum*, *Scenedesmus quadricauda*.

Die tychoplanktischen *Fragilarien*, welche die im Material mit der grössten Individuenzahl vorkommenden Kieselalgen sind, können am massenhaftesten bei der Mündung des Zala-Flusses vorgefunden werden. Dagegen kommen dort mehrere charakteristische Arten der eupelagischen Kieselalgen in minimaler Anzahl vor.

Im Falle der Kieselalgen wurden in der Mündung des Zala-Flusses maximale Werte, in den anderen Algengruppen dagegen niedrige oder sogar minimale Werte verzeichnet. In mehreren Algengruppen waren maximale oder hohe Werte für die Bucht von Szigliget kennzeichnend.

Aus den *Tabellen* geht auch hervor, dass das Vorkommen mehrerer Algenarten sporadisch und ihre Individuenzahl niedrig war. Von den letzteren kamen einige, z. B. *Anabaena constricta*, *Aphanizomenon ovalisporum* und *Oscillatoria tenuis* nur an der Tiefen-Längsachse vor.

In der Algengemeinschaft der in der Bucht von Keszthely und an der Tiefen-Längsachse gesammelten Proben waren die für das offene Wasser des Balaton kennzeichnenden Arten zugegen u. zw.:

1. stenotherme warmwasserbewohnende pelagische Algen (S. 232-234),
2. tychoplanktische Kieselalgen (s. die Angaben der *Tab.* 2 und 3),
3. ufernahe, aber das tiefe Wasser vorziehende Arten, wie *Chroococcus*, *Aphanothece*, *Merismopedia*, *Coelosphaerium*, *Dinobryon*, *Melosira*, *Dictyosphaerium*, *Kirchneriella*, *Scenedesmus* usw.

4. epipelagische Arten. Von diesen benützen die Epibionten die Mitglieder des Zooplankton zur Ansiedlung und schweben daher mit diesen im offenen Wasser. Die Epiphyten siedeln sich dagegen aus demselben Grunde wie die Epibionten in der Regel auf Planktonalgen an, die über gallertige Hüllen verfügen und werden dadurch zu Mitgliedern der Planktongesellschaft (vgl. SEBESTYÉN 1959; TAMÁS 1962).

5. mutmasslich aus dem Zala-Fluss oder aus Bächen stammende Arten, wie z. B. *Phacus longicauda*, *Mallomonas*, *Synura*, *Asterionella formosa*, *Fragilaria crotonensis*, *Melosira granulata* var. *angustissima* f. *spiralis*, *Closterium moniliferum*, *Eudorina elegans*, *Pandorina morum*, *Pediastrum tetras*, *Spirogyra margaritata*, *Volvox globator*. Von diesen sind einige in den grösseren Flüssen Ungarns sehr häufig (vgl. SZEMES 1960, 1962; TAMÁS 1949, 1964a; UHERKOVICH 1964). Die aus dem Zala-Fluss stammenden Arten sind in grösseren Populationen nur in der Bucht von Keszthely zu finden. Einige Arten von diesen mit breiter ökologischen Valenz wie z. B. *Asterionella formosa* und *Fragilaria crotonensis* sind auch im nordöstlichen Teil des Sees mit

sehr niedriger Individuenzahl vorzufinden. Die verhältnismässig grosse Menge von Flussarten in den Proben ist wahrscheinlich indirekt auf die Einwirkung des Zala-Flusses, zurückzuführen und kann eventuell damit erklärt werden, dass infolge der beträchtlichen Wasserabgabe des Zala-Flusses im Gebiet der Bucht von Keszthely selbst beträchtliche Strömungen vorkommen.

Im Verlaufe der Untersuchungen habe ich 19 aus dem Balaton bisher nicht mitgeteilte Arten verzeichnet (s. Bezeichnungen x in den *Tabellen*).

Auch die vorliegenden Angaben bekräftigen die Tatsache, dass es nicht genügt, nur Schöpfproben oder nur Netzfiltratproben zu sammeln und zu untersuchen (vgl. HORVÓBÁGYI 1954, 1962, 1962a). Nur die Angaben der mit beiden Methoden gesammeltem Proben zusammen ergeben wertvolle Resultate.

Man würde mutmasslich sehr wertvolle Angaben über die Phytoplanktongemeinschaft des südwestlichen Teiles des Sees erhalten, wenn man dieselben Sammlungen und Untersuchungen auch in den anderen Jahreszeiten vornehmen würde.

Zusammenfassung

Verfasserin sammelte am 19 und 20 Juli 1962 vom Forschungsschiff »Balaton« des Wissenschaftlichen Forschungsinstitutes der Wasserwirtschaft Schöpf- und Netzplanktonproben (Netz No 25) in der Bucht von Keszthely und an mehreren Punkten der Längsachse des Sees (*Abb. 1*). Die 30 Schöpfproben der 8 Sammelorte wurden sofort mit Jod-Jodkali behandelt, alsdann im Laboratorium mit dem UTERMÖHLSchen Planktonmikroskop gezählt. Die 8 Netzfiltratproben wurden teils im lebenden teils im konservierten Zustand (2%iges Formalin) bestimmt. Aus den 38 Proben sind 220 Arten, 27 Varianten und 6 Formen bestimmt worden. Darunter waren 19 (in den *Tabellen* mit x bezeichnet) aus dem Balatonsee bisher unbekannt.

Die Arten gehören systematisch zu fünf grossen Algen- und einer Pilzgruppe und haben folgende Häufigkeit: Chrysophyta 127, Chlorophyta 74, Cyanophyta 29, Euglenophyta 15, Pyrrophyta 6, Mycophyta 2.

Von den 8 Untersuchungsstationen war die von der Mündung des Zala-Flusses (Köb) 2500 m entfernte Stelle am artenreichsten (155), während die ärmste die Stelle (A₁) vor dem Biologischen Forschungsinstitut ist (93).

In sämtlichen Proben kommen 36 Arten in grosser Populationszahl vor (s. die Angaben der *Tabellen*). Von den sporadisch, mit niedrigen Populationszahlen verzeichneten Arten kamen *Anabaena constricta*, *Aphanizomenon ovalisporum* und *Oscillatoria tenuis* nur in den entlang der Längsachse gesammelten Proben vor.

In der Mündung des Zala-Flusses überwogen die Kieselalgen alle anderen Algengruppen. In mehreren Algengruppen waren maximale oder hohe Werte für die Bucht von Szigliget kennzeichnend.

Bezüglich der Zusammensetzung der Algengemeinschaft können die folgenden Gruppen abgegrenzt werden: 1. stenotherme warmwasserbewohnende pelagische Arten (s. S. 232—234), 2. tychoplanktische Arten (s. die Angaben der *Tabellen*), 3. ufernahe, aber das tiefe Wasser beforzugende, 4. epipelagische Arten, 5. aus dem Zala-Fluss oder aus Bächen stammende Arten.

Die tychoplanktischen *Fragilarien*, die in den Proben in der höchsten Individuenzahl vorkommenden Kieselalgen, finden sich am massenhaftesten

in der Nähe der Mündung des Zala-Flusses. Dagegen sind mehrere charakteristische Arten der eupelagischen Kieselalgen dort in minimalen, aber am Sammelort A_1 in maximalen Mengen anzutreffen.

Die Anwesenheit der Flussarten in den Proben ist wahrscheinlich indirekt mit der Einwirkung des Zala-Flusses zu erklären.

Es könnten wahrscheinlich sehr wertvolle Angaben erhalten werden, wenn die Sammlungen und Untersuchungen auch auf die übrigen Jahreszeiten ausgedehnt werden könnten.

LITERATUR

- BARNETT, H. L. (1960): Illustrated Genera of Imperfect Fungi. — Second Edition — Burgess Publishing Company, Minneapolis.
- CLEVE-EULER, A. (1951—1955): Die Diatomeen von Schweden und Finnland. Stockholm.
- ENTZ, B.—PONYI, E. J.—TAMÁS, G. (1963): Sedimentuntersuchungen im südwestlichsten Teile des Balaton, in der Bucht von Keszthely in 1962. — *Annal. Biol. Tihany* **30**, 103—125.
- ENTZ G.—KOTTÁSZ J.—SEBESTYÉN O. (1937): Quantitativ tanulmányok a Balaton bioestonján. — Quantitative Untersuchungen am Bioeston des Balatons. — *Magy. Biol. Kut. Munk.* **9**, 1—152.
- FOTT, B. (1958): Zur Kenntnis der Gattung Rhopalosolen (Chlorococcales). — *Annal. Biol. Tihany* **25**, 343—351.
- FOTT, B. (1961): On the genus Trachychloron (Xanthophyceae) — *Boul. Res. Council of Israel* **10** D, 66—72.
- GELLÉRT J.—TAMÁS G. (1958): Detritusz-turzások kovamoszatainak és csillósainak ökológiai vizsgálata a Tihanyi-félsziget keleti partján. — Ökologische Untersuchungen an Diatomeen und Ciliaten der Detritus-Drifte am Ostufer der Halbinsel Tihany. — *Annal. Biol. Tihany* **25**, 217—240.
- 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. Köz.* **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. (1949): Planktongomba a Balaton sestonjában [Asterothrix raphidioides (Reinsch)Printz]. — Asterothrix raphidioides (Reinsch) Printz in the seston of the lake Balaton. — *Index Horti Bot. Univ. Budapestiensis* **7**, 80—83.
- HORTOBÁGYI T. (1951): Biocenotikai tanulmányok a Balaton somogyi nyílt vizén tekintettel a halak táplálkozására. — Biocenotische Studien am offenen Wasser des Balaton in Somogy mit Rücksicht auf die Ernährung der Fische. — *Budapesti Tud. Egyet. Biol. Évk.* **1**, 198—299.
- HORTOBÁGYI T. (1954): Az algák korszerű rendszertani és cönológiai vizsgálata. — Zeitgemässe systematische und zönologische Untersuchung der Algen. — *Magyar Tud. Egyet. Biol. Int. Évkönyve* **2**, 227—234.
- HORTOBÁGYI T. (1959): Algák a Balatonból. — Algen aus dem Balaton. — *Annal. Biol. Tihany* **26**, 329—342.
- HORTOBÁGYI T. (1959a): Nyári phytoseston és teratológiai vizsgálatok Balatonbogláron. — Phytoseston-Untersuchungen und teratologische Forschungen im Sommer bei Balatonboglár (Ungarn). — *Egri Pedagógiai Főiskola Évkönyve* **5**, 507—530.
- HORTOBÁGYI T. (1962): Mikroszervezetek vizsgálata hálóval gyűjtött és merített minták alapján. — The Relative Merits of Net and Bucket sampling Methods in the Study of Micro-Organisms. — *Hidrl. Köz.* **42**, 162—171.
- HORTOBÁGYI T. (1962a): Környezeti tényezők hatása a homokos aljzatú balatoni nyílt víz algaegyütteseinek mennyiségéi összetételére. — Effect on Environment Factors

- on the Quantitative Composition of Alga Societies in Open Water on Lake Balaton, over Sandy Bottom. — *Hidrol. Közl.* **42**, 518—523.
- ISTVÁNNFFI G. (1897): A Balaton moszatflórája. — Algenflora des Balaton-Sees. — *Balaton Tud. Tanulm. Eredm.* II. 2, 1—141.
- ISTVÁNNFFI, J. (1898): Kryptomage 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. — *Magy. Biol. Kut. Munk.* **11**, 154—160.
- NAGY I. (1939): A Balaton phytoplanktonjának quantitativ vizsgálata I. — Quantitative Untersuchungen am Phytoplankton des Balatons I. — *Magy. Biol. Kut. Munk.* **11**, 251—257.
- PANTOCSEK J. (1902): A Balaton kovamoszatai. — Kieselalgen des Balaton-Sees. — *Balaton Tud. Tanulm. Eredményei* **II**. 2, 1—144.
- PANTOCSEK, J. (1902a): Die Bacillarien des Balaton-Sees. — *Res. wiss. Erforsch. d. Balaton-Sees.* — *Wien* **II**. 2, 1—144.
- PASCHER, A. (1913—1932): Die Süßwasserflora Mitteleuropas — 1—5, 9 (II. Aufl.), 10—12. *Jena*.
- RABENHORST, L. (1930—1962): Kryptogamenflora VII/1, 2; XI, XIII/1, 2; XIV/1,2. *Leipzig*.
- SEBESTYÉN, O. (1947): Cladocera studies in Lake Balaton I. Mud - living Cladocera and muddy bottom as environment. — *Arch. Biol. Hung.* **17**, 1—16.
- SEBESTYÉN O.—TÖRÖK P.—VARGA L. (1951): Mennyiségi planktontanulmányok a Balatonon I. — Quantitative plankton studies in Lake Balaton. — *Annal. Biol. Tihany* **20**, 69—125.
- SEBESTYÉN O. (1951): Epibiontok balatoni Diaphanosomán. — Epibiont on Diaphanosoma Brachyurum in Lake Balaton. — *Ibid.* **20**, 161—166.
- SEBESTYÉN O. (1953): Mennyiségi planktontanulmányok a Balatonon II. Évtizedes változások. — Quantitative plankton studies in Lake Balaton II. Decennial changes. — *Annal. Biol. Tihany* **21**, 63—89.
- SEBESTYÉN O. (1959): Társulási kapcsolatok a nyíltvízi planktonban. Balatoni tanulmányok alapján. — Cönotische Beziehungen im Plankton des offenen Wassers. Eine auf Grund der Balaton-Forschung verfertigte Studie. — *Ibid.* **26**, 277—315.
- SEBESTYÉN O. (1960): Állományokról különös tekintettel a tavi planktonra. (Balatoni tanulmányok alapján.) — Über Bestände, mit besonderer Berücksichtigung des See-Planktons (Auf Grund von Balaton-Studien). — *Ibid.* **27**, 93—113.
- SEBESTYÉN O. (1960a): Horizontális planktonvizsgálatok a Balatonon I. Tájékozódás a planktonrákok horizontális elterjedéséről. — Horizontale Planktonuntersuchungen im Balaton I. Orientierende Untersuchungen über die horizontale Verbreitung der Planktonkrebse. — *Ibid.* **27**, 115—130.
- SEBESTYÉN, O. (1960b): Quantitative plankton studies on Lake Balaton X. Notes on the distribution of *Leptodora Kindtii* Focke. — *Ibid.* **27**, 131—138.
- SEBESTYÉN, O. (1964): Horizontale Plankton-Untersuchungen im Balaton III. Weitere orientierende Untersuchungen über die horizontale Verbreitung der Planktonkrebse, mit besonderer Rücksicht auf die Verhältnisse der Bucht von Keszthely und deren Krebse. — *Ibid.* **31**, 223—243.
- SZEMES G. (1939): A Balaton Tihany-félsziget környéki Bacillariaceae planktonjának quantitativ vizsgálata. — Quantitative Untersuchungen des Bacillariaceen-Planktons vom Balaton in der Umgebung der Halbinsel von Tihany. — *Magy. Biol. Kut. Munk.* **11**, 299—315.
- SZEMES, G. (1957): Die Diatoomeen des Balatonsees. — *Annal. Biol. Tihany* **24**, 193—270.
- SZEMES, G. (1960): Aufzählung der Kryptogamen aus der Donau in Ungarn. (Danubialia Hungarica VI.) — *Ann. Univ. Sc. Budapest Sect. Biol.* **3**, 377—400.
- SZEMES, G. (1962): Quantitative Untersuchung des Bacillariophyceenplanktons im Budapester Donauabschnitt. — *Acta Bot. Acad. Scient. Hung.* **8**, 367—440.
- TAMÁS G. (1949): Adatok a budapesti Dunaszakasz algavegetációjának ismeretéhez. — Contribution to the knowledge of Algae found in the River Danube at Budapest. — *Hidrol. Közl.* **29**, 206—211.
- 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. — *Annal. Biol. Tihany* **22**, 199—225.
- TAMÁS, G. (1959): Algenflora des Balatonsees 1938—1958. — *Ibid.* **26**, 349—390.
- TAMÁS G.—GELLÉRT J. (1960): Adatok a balatoni hidropszammion élővilágának ismerere-

- téhez. — Daten zur Erkennung der Lebewelt des Hydropsammons im Balaton. — *Annal. Biol. Tihany* **27**, 65—73.
- TAMÁS, G. (1961): 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. — *Ibid.* **23**, 143—149.
- TAMÁS, G. (1962): Beiträge zur Algenflora des Balaton-Sees II. Einige neuest vorgekommenen epiplanktonische und im Periphyton lebende Organismen. — *Ibid.* **29**, 267—273.
- TAMÁS, G. (1963): Kieselalgen des Balaton-Sees 1956—1961. — *Ibid.* **30**, 167—218.
- TAMÁS, G. (1964): Algenflora des Balaton-Sees (Zusammengestellt nach Angaben aus den Jahren 1959—1963). — *Ibid.* **31**, 245—253.
- TAMÁS, G. (1964a): Mikroflora aus dem Periphyton der Landungsmolen der Donau zwischen Nagymaros und Rómaifürdő. — (Danubialia Hungarica XXVII.) — *Ann. Univ. Sc. Budapest Sect. Biol.* **7**, 229—240.
- THIENEMANN, A. (1941—1961): *Die Binnengewässer*, **16/1—5**. Stuttgart.
- ÜHERKOVICH, G. (1964): Das Leben der Tisza XXV. Die quantitativen, bzw. saprobiologischen Verhältnisse des Phytoplanktons im Szolnoker Flussabschnitt. — *Acta Biologica Szeged nova Series* **10**, 147—154.
- UTERMÖHL, H. (1958): Zur Vervollkommnung der quantitativen Phytoplankton-Methodik. — *Intern. Verein. f. theor. u. angewandte Limnologie. Mitteilug* **9**, 1—38.

HORIZONTÁLIS PLANKTONVIZSGÁLATOK A BALATONON IV. A TÓ DNY-I RÉSZÉNEK FITOPLANKTONJÁRÓL AZ 1962 JÚLIUSI MERÍTETT MINTÁK ÉS HÁLÓSZÜREDÉK ALAPJÁN

Összefoglalás

Tamás Gizella

Szerző 1962. július 19—20-án a Vízgazdálkodási Tudományos Kutatóintézet „Balaton” kutatóhajójáról végzett merített plankton és hálószüredék (No. 25 háló) minta gyűjtéseket a Keszthelyi-öbölben és a tó mélységi hossz tengelyének több pontján (l. I. ábra). A 8 gyűjtőhely 30 merített mintáját, a helyszínen jódiódkáliummal kezelte, majd a laboratóriumában ÜTERMÖHL planktonmikroszkóppal számlálta. A 8 hálószüredék mintát részben élő, részben 2%-os formalinnal konzervált állapotban határozta meg. Az algológiai vizsgálatok során a 38 mintából 220 fajt, 27 változatot és 6 formát határozott meg. Ebből a számadatból 19 faj (a táblázatokon \times jelölés), eddig a Balatonból még ismeretlen volt.

A fajok rendszertanilag öt nagy alga- és egy gombacsoporthba tartoznak, gyakorisági sorrendben a következők: Chrysophyta 127, Chlorophyta 74, Cyanophyta 29, Euglenophyta 15, Pyrrophyta 6, Mycophyta 2.

Megállapítható volt, hogy a 8 gyűjtőhely közül algafajokban a leggazdagabb a (Kőb) Zala torkolatától 2500 m-re levő (155), a legszegényebb pedig a tihanyi Biológiai Kutatóintézet előtti (A₁) gyűjtőhely (93).

Valamennyi mintában nagy népségben fordult elő 36 faj (l. táblázatok adatait). A szórványosan, alacsony népségben feljegyzett fajok közül az *Anabaena constricta*, *Aphanizomenon ovalisporum* és az *Oscillatoria tenuis* csupán a mélységi hossz tengely mentén gyűjtött mintákban szerepelt.

A Zala torkolatban a kovamoszatok maximális értékkel, a többi algacsoporthba tartozók viszont alacsony vagy éppen minimális értékkel fordultak elő. Több algacsoporthban maximális vagy magas értékek a Szigligeti-öbölre voltak jellemzők.

Az algatársulás összetételét tekintve az alábbi csoportokat lehet elkülöníteni: 1. meleg stenoterm pelagikus fajok (vö. 232—234 o.), 2. tychoplanktikus fajok (l. táblázatok adatait), 3. partközeli, de mélyvizet kedvelők, 4. epipelagikus fajok, 5. a Zala folyóból vagy patakokból származó fajok.

A tychoplanktikus *Fragilariák*, melyek a mintákban a legnagyobb egyedszámban előforduló kovamoszatok a Zala folyó beömlése közelében található legtömegesebben. Ezzel szemben az eupelagikus kovamoszatok több jellegzetes faja ott minimálisan és az A₁ gyűjtőhelyen maximálisan található.

A folyóvízi fajok jelenléte a mintákban valószínű közvetve a Zala hatásával magyarázható.

Feltehetően igen értékes adatokat kapna a szerző, ha ugyanezeket a gyűjtéseket és vizsgálatokat a többi évszakban is elvégezhethetné.

ГОРИЗОНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПЛАНКТОНА В БАЛАТОНЕ IV.
О ФИТОПЛАНКТОНЕ ЮГО-ЗАПАДНОЙ ЧАСТИ ОЗЕРА НА ОСНОВЕ
ОБРАЗЦОВ, ПОЛУЧЕННЫХ ВО ФИЛЬТРАТЕ И ПОГРУЖЕНИЕМ САЧКА
В ИЮЛЕ 1962 ГОДА

Г. Тамаш

Автор собрал образцы планктона погружением сачка и фильтрата сачка (номер сачка 25) в Кестхейском заливе и по глубинной продольной оси разных мест озера от 19 — 20 июля 1962 года со судна «Балатон», принадлежащего научному Институту Водного Хозяйства. (Рис. № 1.). 30 образцов, полученных погружением сачка на 8 местах, были зафиксированы на месте при помощи йодистого калия, а подсчеты были проведены в лаборатории при помощи планктонового микроскопа типа «Utermöhl». Фильтраты 8 сачков были определены отчасти в живом виде и также в зафиксированном в 2%-ом растворе формалина виде. В ходе исследования водорослей было найдено 220 видов, 27 разновидностей и 6 форм во 38 образцах. Из них 19 видов (отмеченных на таблицах «х») были до этого в Балатоне неизвестными.

Систематически эти виды относятся к 5 классам водорослей и одному группе гриб. Чистотный порядок их следующий: Chrysophyta 74, Cyanophyta 29, Euglenophyta 15, Pyrogophyta 6, Mucophyta 2.

Было установлено, что среди 8 мест собраний образцов с точки зрения нахождения водорослей самым богатым являлось место Кбб, расположенное на 2500 м от устья реки Зала, а самым бедным — место перед Тиханьским Биологическим Институтом. А₁ (93).

Во всех образцах численность 36 видов весна высокая (см. данные таблицы № 1.). Единично, в низкой численности встречаются *Anabaena constricta* и *Aphanizomenon ovalisporum*, а *Oscillatoria tenuis* обнаруживается только в образцах, собранных по глубинной продольной оси.

В устье реки Зала нашли максимальное число кремневых водорослей, а остальные водоросли здесь обнаруживаются в низком или минимальном количестве. Остальные группы водорослей во высоком или максимальном количестве обнаруживались в заливе «Сиглигет».

Водорослевые симбионты по своему составу разделяются на следующие группы:

1. Теплые стенотермные пелагические виды
2. Тихопланктические виды (см. таблицу № 1.)
3. Виды, расположенные близко к берегу, но предпочитающие глубокие воды
4. Эпипелагические виды
5. виды, происходящие с реки Зала или реки.

Тихопланктические *Flagellaria*, которые обнаруживаются в самом большом количестве в образцах среди кремневых водорослей живут в основном в устье реки Зала. Противоположно этому многие характерные виды эпипелагических кремневых водорослей в этом месте встречаются в минимальном количестве, а на месте собрания А₁ они находятся в максимальном количестве.

Наличие речных видов в образцах приписывается непрямому влиянию реки Зала.

Автор по всей вероятности получил бы ценные данные если сходные коллекции и исследования совершил и в остальных временах года.

Tabelle 3 — 3. Táblázat

Qualitative Phytoplanktonuntersuchungen aus dem südwestlichen Teil
des Balaton-Sees auf Grund der Netzproben (Nr. 25)
Hálós planktonminták adatai

Artenverzeichnis — Fajok felsorolása	Sammelstellen und Zeit- punkt des Vorkommens — Gyűjtőhelyek, időpont		19. VII. 1962					20. VII. 1962		
	K _{0d}	K _{0c}	K _{0b}	K _{0a}	M ₀	L ₀	K ₀	A ₁		
Cyanophyta										
1.					+	+	+			
*2.			+	+	+					
3.	+	+	+	+	+	+				
4.		+					+	+		
5.		+	+	+	+	+	+		+	
6.					+	+	+			
7.					+					
8.		+	+	+	+	+			+	
9.			+	+	+	+	+	+	+	
10.				+						
11.						+				
12.						+				
13.		+	+	+	+	+	+	+		
14.	+	+								
15.	+			+						
16.		+	+	+		+	+	+		
17.		+	+	+	+	+	+	+		
18.		+	+	+	+	+	+	+		
19.			+							
20.	+		+			+	+			
21.			+				+			
22.				+		+				
23.			+	+		+			+	
24.			+							
25.	+					+	+			
26.					+	+	+			
27.	+		+							
28.						+				
Euglenophyta										
29.		+	+	+	+	+	+	+	+	
30.		+		+		+	+			
31.		+	+	+			+			
*32.					+					
33.			+			+				
34.							+			
35.			+		+	+				
36.	+		+	+	+	+				
37.					+					
38.				+						
39.		+								
40.							+			
*41.					+					
42.	+			+						
Pyrrophyta										
Cryptophyceae										
43.	+	+	+	+	+		+			
Peridinea										
44.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	

Tabelle 3 (Fortsetzung) — 3. táblázat (folytatás)

Artenverzeichnis — Fajok felsorolása	Sammelstellen und Zeit- punkt des Vorkommens — Gyűjtőhelyek, időpont	19. VII. 1962					20. VII. 1962		
		Kö _d	Kö _c	Kö _b	Kö _a	M _o	L _o	K _o	A ₁
45.	<i>Diplopsalis acuta</i> Entz			+			+		+
46.	<i>Glenodinium gymnodinium</i> Penard			+					
47.	<i>Gonyaulax apiculata</i> (Penard) Entz		+	+				+	
48.	<i>Peridinium inconspicuum</i> Lemm.								+
	Chrysophyta								
	Xanthophyceae								
49.	<i>Botryococcus braunii</i> Kütz.						+		+
50.	<i>Planktonema lauterborni</i> Schmidle		+	+	+	+	+	+	+
51.	<i>Stipitococcus urceolatus</i> W. et G. S. West	+	+	+	+	+	+	+	+
	Chrysophyceae								
52.	<i>Dinobryon divergens</i> Imh.	+	+	+	+	+			+
53.	<i>Dinobryon sociale</i> Ehr.		+					+	
*54.	<i>Mallomonas acaroides</i> Perty					+	+		
55.	<i>Mallomonas tonsurata</i> Teiling		+	+	+	+			
56.	<i>Synura uvella</i> Ehr.	+	+			+			
	Bacillariophyceae								
57.	<i>Achnanthes affinis</i> Grun.	+							
58.	<i>Achnanthes minutissima</i> Kütz.						+		
59.	<i>Amphipleura pellucida</i> Kütz.	+							
60.	<i>Amphora normani</i> Rabh.	+							
61.	<i>Amphora ovalis</i> Kütz.	+		+	+				
62.	<i>Amphora ovalis</i> var. <i>pediculus</i> Kütz.	+		+					
63.	<i>Amphora veneta</i> Kütz.				+				
64.	<i>Anomoconeis sphaerophora</i> (Kütz.) Pfitzer		+						
65.	<i>Asterionella formosa</i> Hassal	+	+	+	+	+	+	+	+
66.	<i>Attheya zachariasii</i> J. Brun.	+	+	+	+	+	+	+	+
67.	<i>Caloneis amphisbaena</i> (Bory) Cleve	+							
68.	<i>Caloneis schumanniana</i> (Grun.) Cleve					+			
69.	<i>Caloneis schumanniana</i> var. <i>biconstricta</i> Grun.				+				
70.	<i>Caloneis silicula</i> var. <i>truncatula</i> Grun.	+							
71.	<i>Caloneis silicula</i> var. <i>tumida</i> (Hust.) Mayer		+						
72.	<i>Caloneis zachariasii</i> Reichelt						+		
73.	<i>Cocconeis diminuta</i> Pant.	+		+					
74.	<i>Cocconeis placentula</i> Ehr.	+	+	+					
75.	<i>Cocconeis placentula</i> var. <i>euglypta</i> (Ehr.) Cleve	+	+			+			
76.	<i>Cocconeis placentula</i> var. <i>klinoraphis</i> Geit- ler	+							
77.	<i>Cyclotella bodanica</i> Eulens.	+	+	+	+	+	+	+	+
78.	<i>Cyclotella meneghiniana</i> Kütz.	+							
79.	<i>Cyclotella ocellata</i> Pant.	+	+		+	+	+	+	+
80.	<i>Cyclotella stelligera</i> Cleve et Grun.		+	+					
81.	<i>Cyclotella striata</i> (Kütz.) Grun.				+	+			
82.	<i>Cymatopleura elliptica</i> (Bréb.) W. Smith	+	+	+	+	+	+	+	+
83.	<i>Cymatopleura solea</i> (Bréb.) W. Smith	+	+	+	+				
84.	<i>Cymatopleura solea</i> var. <i>apiculata</i> (W. Smith) Ralfs	+			+				
85.	<i>Cymatopleura solea</i> var. <i>regula</i> (Ehr.) Grun.		+						
86.	<i>Cymbella cymbiformis</i> (Kütz.) V. Heurck	+		+					
87.	<i>Cymbella ehrenbergii</i> Kütz.					+			+
88.	<i>Cymbella lanceolata</i> (Ehr.) V. Heurck			+	+	+			
89.	<i>Cymbella prostrata</i> (Berk.) Cleve	+	+	+			+		
90.	<i>Diatoma elongatum</i> var. <i>tenuis</i> (Ag.) V. Heurck	+	+	+					

Tabelle 3 (Fortsetzung) — 3. táblázat (folytatás)

Artenverzeichnis — Fajok felsorolása —	Stationsstellen und Zeit- punkt des Vorkommens — Gyűjtőhelyek, időpont		19. VII. 1962					20. VII. 1962		
	Kö _d	Kö _e	Kö _b	Kö _a	M _o	L _o	K _o	A ₁		
91. <i>Diatoma vulgare</i> var. <i>brevis</i> Grun.	+		+					+		
92. <i>Diploneis elliptica</i> (Kütz.) Cleve			+	+			+	+		
93. <i>Diploneis marginestriata</i> Hust.								+		
94. <i>Diploneis puella</i> (Schum.) Cleve			+	+						
95. <i>Epithemia hyndmanni</i> W. Smith			+	+						
96. <i>Epithemia intermedia</i> Fricke			+				+			
97. <i>Epithemia sorex</i> Kütz.				+						
98. <i>Epithemia zebra</i> (Ehr.) Kütz.	+									
99. <i>Epithemia zebra</i> var. <i>saxonica</i> (Kütz.) Grun.		+								
100. <i>Fragilaria construens</i> (Ehr.) Grun.	+	+	+	+			+			
101. <i>Fragilaria construens</i> var. <i>binodis</i> (Ehr.) Grun			+							
102. <i>Fragilaria crotonensis</i> Kitton			+	+						
103. <i>Fragilaria elliptica</i> Schum.							+			
104. <i>Fragilaria intermedia</i> Grun.					+					
105. <i>Fragilaria pantocsekii</i> var. <i>trigibba</i> (Pant.) A. Cleve		+								
106. <i>Fragilaria pantocsekii</i> var. <i>typica</i> A. Cleve	+						+			
107. <i>Gomphonema intricatum</i> var. <i>vibrio</i> (Ehr.) Cleve			+							
108. <i>Gomphonema olivaceum</i> (Lyngb.) Kütz. ...	+		+							
109. <i>Gomphonema parvulum</i> Kütz.	+									
110. <i>Gyrosigma acuminatum</i> (Kütz.) Rabh.		+								
111. <i>Gyrosigma attenuatum</i> (Kütz.) Rabh.							+			
112. <i>Gyrosigma distortum</i> var. <i>parkeri</i> Harris. .			+		+					
113. <i>Gyrosigma kützingii</i> (Grun.) Cleve	+	+	+				+			
114. <i>Gyrosigma prolongatum</i> (W. Smith) Cleve .					+					
115. <i>Melosira arenaria</i> Moore				+						
116. <i>Melosira granulata</i> (Ehr.) Ralfs	+	+	+	+	+	+	+	+		
117. <i>Melosira granulata</i> var. <i>angustissima</i> O. Müll.	+	+	+	+	+	+	+	+		
*118. <i>Melosira granulata</i> var. <i>angustissima</i> f. <i>spira-</i> <i>lis</i> Müll.	+	+	+			+	+			
119. <i>Melosira varians</i> C. A. Ag.		+	+		+					
120. <i>Navicula cryptocephala</i> Kütz.	+			+	+	+		+		
121. <i>Navicula dicephala</i> (Ehr.) W. Smith	+			+						
122. <i>Navicula gastrum</i> Ehr.	+						+			
123. <i>Navicula gracilis</i> Ehr.	+		+	+	+	+	+			
124. <i>Navicula hungarica</i> var. <i>capitata</i> (Ehr.) Cleve	+	+	+			+				
125. <i>Navicula placentula</i> (Ehr.) Grun.	+									
126. <i>Navicula placentula</i> f. <i>jenisseyensis</i> (Grun.) Meister	+					+				
127. <i>Navicula placentula</i> f. <i>rostrata</i> A. Mayer ..	+		+							
128. <i>Navicula reinhardtii</i> Grun.	+									
129. <i>Navicula scutelloides</i> W. Smith	+	+	+							
130. <i>Neidium dubium</i> f. <i>constricta</i> Hust.				+						
131. <i>Nitzschia acicularis</i> W. Smith	+	+	+	+		+		+		
132. <i>Nitzschia acuta</i> Hantzsch	+	+								
133. <i>Nitzschia amphibia</i> Grun.	+			+	+					
134. <i>Nitzschia angustata</i> (W. Smith) Grun.					+	+	+			
135. <i>Nitzschia apiculata</i> (Greg.) Grun.					+					
136. <i>Nitzschia gracilis</i> Hantzsch					+					
137. <i>Nitzschia hungarica</i> Grun.			+	+			+			
138. <i>Nitzschia sigmoidea</i> (Ehr.) W. Smith	+	+	+	+			+	+		
139. <i>Nitzschia tryblionella</i> Hantzsch		+	+							
140. <i>Nitzschia tryblionella</i> var. <i>debilis</i> (Arnott) A. Mayer			+	+			+			
141. <i>Nitzschia tryblionella</i> var. <i>victoriae</i> Grun. .		+								

Tabelle 3 (Fortsetzung) — 3. táblázat (folytatás)

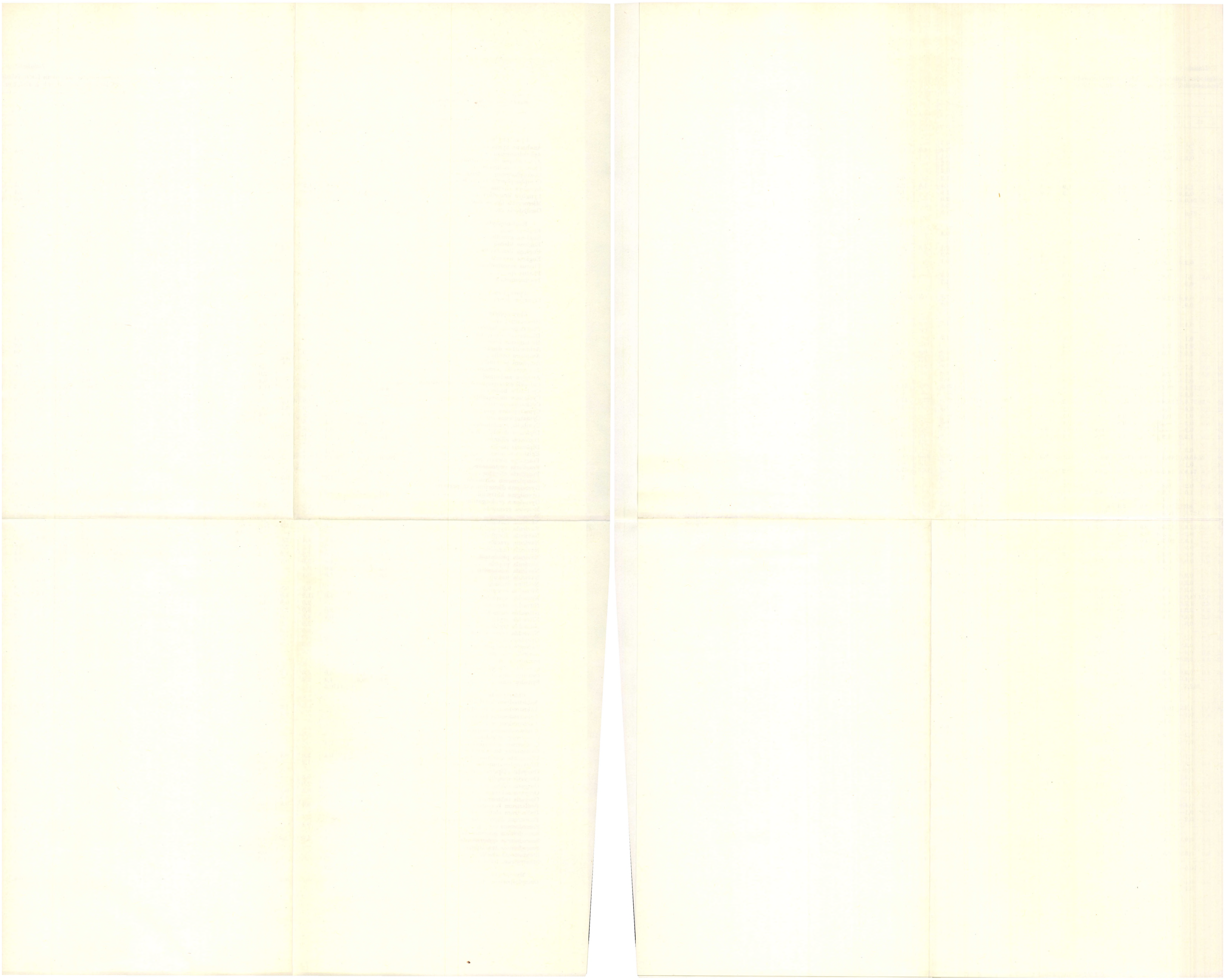
Artenverzeichnis — Fajok felsorolása	Sammelstellen und Zeit- punkt des Vorkommens — Gyűjtőhelyek, időpont	19. VII. 1962					20. VII. 1962		
		Kö _d	Kö _c	Kö _b	Kö _a	M _o	L _o	K _o	A ₁
142.	<i>Nitzschia vermicularis</i> (Kütz.) Grun.	+		+			+		
143.	<i>Opephora martyi</i> Héribaud	+							
144.	<i>Pinnularia maior</i> (Kütz.) Cleve		+						
145.	<i>Pinnularia microstauron</i> (Ehr.) Cleve	+			+				
146.	<i>Pinnularia</i> sp.	+	+	+	+	+			
147.	<i>Rhoicosphenia curvata</i> (Kütz.) Grun.	+		+		+			
148.	<i>Rhopalodia gibba</i> (Ehr.) O. Müll.		+						
149.	<i>Stauroneis phoenicenteron</i> Ehr.			+	+				
150.	<i>Stauroneis smithii</i> var. <i>incisa</i> Pant.			+	+		+		
151.	<i>Stenopterobia pelagica</i> Hust.		+	+	+	+	+	+	
152.	<i>Surirella biseriata</i> Bréb.		+	+		+			
153.	<i>Surirella elegans</i> Ehr.		+						
154.	<i>Surirella linearis</i> W. Smith			+					
155.	<i>Surirella ovata</i> Kütz.	+							
156.	<i>Surirella robusta</i> var. <i>splendida</i> (Ehr.) V. Heurck	+	+	+	+	+	+		
157.	<i>Surirella tenera</i> Greg.			+	+		+		
158.	<i>Surirella tenera</i> var. <i>nervosa</i> A. Schmidt ..		+		+				
159.	<i>Surirella turgida</i> W. Smith			+	+	+	+	+	
160.	<i>Synedra acus</i> Kütz.	+	+	+		+	+		
161.	<i>Synedra acus</i> var. <i>angustissima</i> Grun.		+	+		+	+		
162.	<i>Synedra acus</i> var. <i>radians</i> (Kütz.) Hust. ...		+	+		+	+	+	
163.	<i>Synedra capitata</i> Ehr.		+						
164.	<i>Synedra parasitica</i> (W. Smith) Hust.		+	+		+			
165.	<i>Synedra tabulata</i> (Ag.) Kütz.		+						
166.	<i>Synedra ulna</i> (Nitzsch) Ehr.	+		+	+	+	+		+
167.	<i>Synedra ulna</i> var. <i>spatulifera</i> Grun.	+			+				
	Chlorophyta								
168.	<i>Ankistrodesmus falcatus</i> (Corda) Ralfs		+	+	+				
169.	<i>Ankistrodesmus falcatus</i> var. <i>acicularis</i> (A. Braun) G. S. West	+		+			+		+
170.	<i>Ankistrodesmus falcatus</i> var. <i>mirabile</i> W. et G. S. West				+				+
171.	<i>Ankistrodesmus falcatus</i> var. <i>spirilliformis</i> G. S. West			+					+
172.	<i>Ankistrodesmus setigerus</i> (Schröder) G. S. West					+	+	+	+
173.	<i>Carteria</i> sp.	+			+				
*174.	<i>Chlamydomonas microscopica</i> G. S. West ..		+						
175.	<i>Chlamydomonas</i> sp.			+					
176.	<i>Chlorella vulgaris</i> Beyerinck		+						
177.	<i>Chodatella balatonica</i> Scherffel		+				+	+	
178.	<i>Cladophora</i> sp.	+							
179.	<i>Closterium acerosum</i> (Schrank) Ehrenb. ...			+					
180.	<i>Closterium aciculare</i> T. West			+			+	+	+
181.	<i>Closterium moniliferum</i> (Bory) Ehr.	+	+	+					
182.	<i>Closterium polystictum</i> Nygaard						+	+	
183.	<i>Closterium pronum</i> Bréb.		+						
184.	<i>Coelastrum microporum</i> Naeg.		+	+			+		+
185.	<i>Cosmarium laeve</i> Rabenh.	+							
*186.	<i>Cosmarium undulatum</i> Corda							+	+
187.	<i>Crucigenia quadrata</i> var. <i>octogona</i> Schmidle	+	+	+			+	+	+
188.	<i>Crucigenia tetrapedia</i> (Kirchn.) W. et G. S. West			+	+				
189.	<i>Crucigenia triangularis</i> Chod.	+			+				
190.	<i>Dictyosphaerium ehrenbergianum</i> Naeg. ...				+	+			+
191.	<i>Dictyosphaerium pulchellum</i> Wood.		+	+	+	+	+	+	+

Tabelle 3 (Fortsetzung) — 3. táblázat (folytatás)

Artenverzeichnis — Fajok felsorolása	Sammelstellen und Zeit- punkt des Vorkommens — Gyűjtőhelyek, időpont	19. VII. 1962					20. VII. 1962		
		Kö _d	Kö _e	Kö _b	Kö _a	M _o	L _o	K _o	A ₁
192. Eudorina elegans Ehr.		+	+				+		
193. Kirchneriella lunaris (Kirchn.) Moebius				+		+		+	
194. Kirchneriella obesa (W. West) Schmidle ...				+		+			
*195. Nephrocystium lunatum W. West								+	
196. Oocystis elliptica f. minor W. West			+				+		
197. Oocystis naegelii A. Braun				+				+	
*198. Oocystis parva W. et G. S. West				+					
199. Oocystis solitaria Witttr.		+	+		+	+		+	
200. Oocystis solitaria f. wittrockiana Printz ...			+	+	+	+	+	+	
201. Oocystis submarina Lagerh.			+	+	+	+	+		
202. Pandorina morum (Müll.) Bory		+	+	+		+			
203. Pediastrum boryanum (Turp.) Menegh.		+	+	+	+	+	+		
204. Pediastrum clathratum (Schroet.) Lemm. ..			+	+	+	+	+	+	
*205. Pediastrum duplex var. cornutum Racib. ..			+						
*206. Pediastrum duplex var. genuinum A. Braun		+	+	+	+	+			
207. Pediastrum duplex var. reticulatum Lagerh.		+	+	+	+	+			
*208. Pediastrum duplex var. reticulatum f. cohae- rens Bohlin				+					
209. Pediastrum simplex Ralfs			+	+	+		+	+	
210. Pediastrum tetras (Ehr.) Ralfs		+							
*211. Pteromonas angulosa Lemm.				+					
*212. Pteromonas ovalis Hodgett				+					
213. Rhopalosolen sebestyenaе Fott				+					
214. Scenedesmus acuminatus (Lagerh.) Chod. ..		+		+					
*215. Scenedesmus acutus var. costulatus f. arci- formis Uherkov.					+				
216. Scenedesmus armatus Chod.				+					
217. Scenedesmus ecornis (Ralfs) Chod.			+	+				+	
218. Scenedesmus intermedius Chod.			+						
219. Scenedesmus intermedius var. acaudatus Hortob.				+			+	+	
220. Scenedesmus intermedius var. balaticus Hortob.				+	+				
221. Scenedesmus intermedius var. bicaudatus Hortob.		+	+			+		+	
222. Scenedesmus ovalternus var. hortobagyii Uherkov.							+	+	
223. Scenedesmus quadricauda (Turp.) Bréb. ...		+	+	+	+	+	+	+	
*224. Scenedesmus quadricauda var. maximus W. et G. S. West				+					
225. Scenedesmus spicatus W. et G. S. West ...				+					
226. Scenedesmus spinosus Chod.			+	+					
227. Selenastrum gracile Reinisch								+	
228. Selenastrum minutum (Naeg.) Collins			+	+		+			
*229. Spirogyra margaritata Wollny		+							
230. Staurastrum gracile Ralfs			+	+	+	+	+	+	
231. Staurastrum paradoxum Meyen			+	+	+	+	+	+	
232. Staurastrum polymorphum Bréb.			+						
233. Stylosphaeridium stipitatum Geitler			+		+	+	+	+	
234. Tetraëdron lobatum var. subincisum Reinsch		+							
235. Tetraëdron minimum (A. Braun) Hansg. ..						+			
236. Tetrastrum multisetum (Schmidle) Chod. ..						+			
237. Tetras. staurogeniaeforme (Schroeder) Lemm.			+	+	+	+			
238. Volvox globator (Linné) Ehr.		+							
Mycophyta									
239. Asterothrix raphidioides (Reinsch) Printz		+							

Tabelle 2 — Táblázat
 Quantitative Phytoplanktonuntersuchungen aus dem südwestlichen Teil des Balaton-Sees (i/l = Individuenzahl pro Liter × 1000)
 Mennyiségi fitoplankton vizgálatok a Balaton délny-i részéből (i/l = egyedszám/ liter × 1000)

Artenverzeichnis — Fajok felsorolása	19. VII. 1962															20. VII. 1962																	
	K ₄			K ₆			K ₈			K ₁₀			K ₁₂			K ₁₄			K ₁₆			K ₁₈			K ₂₀								
	0	1	K	0	1	2	3	K	0	1	2	3	K	0	1	2	3	K	0	1	2	3	K	0	1	2	3	K	0	1	2	3	K
Cyanophyta																																	
Anabaena spiroides	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Aphanizomenon flos — aquae var. klebahnii	—	—	—	2,0	2,0	2,4	0,8	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Aphanocapsa delicatissima	—	—	—	0,4	0,4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Chroococcus limneticus	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Coelosphaerium kuetzingianum	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Gomposphaeria lacustris	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Lynghya circumcreta	0,8	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Lynghya limnetica	4,0	4,0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Microcystis flos — aquae	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Oscillatoria sp.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Euglenophyta																																	
Euglena acus	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Euglena gracilis	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Euglena klebsii	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Euglena limnophila	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Euglena oxyuris	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Phacus acuminatus	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Phacus sp.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Trachelomonas volvocina	1,2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Pyrophyta																																	
Ceratium hirundinella	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Chrysophyta																																	
Heterothrix sp.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Planktonema lauterbornii	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Dinobryon divergens	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Mallomonas acaroides	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Achnanthes dispar	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Amphora ovalis	2,0	2,0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Amphora perpusilla	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Asterionella formosa	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Attheya zachariasi	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Caloneis schumanniana var. biconstricta	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Cyclotella bodanica	4,0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Cyclotella meneghiniana	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Cyclotella ocellata	8,0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Cymatopleura elliptica	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Cymatopleura solea	1,2	0,8	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Cymbella cymbiformis	2,0	0,8	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Diploneis dombitensis	0,8	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Diploneis elliptica	2,0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Diploneis puella	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Epithemia sorex	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Fragilaria construens	965,0	915,4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Fragilaria crotonensis	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Fragilaria elliptica	152,0	183,1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Gyrosigma olivaceum	2,0	0,8	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Gyrosigma distortum var. parkeri	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Gyrosigma kützingii	2,0	2,0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Gyrosigma prolongatum	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Melosira granulata	4,0	4,0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Melosira granulata var. angustissima	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Navicula costulata	2,0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Navicula cryptocephala	4,0	4,0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Navicula diocephala	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Navicula gracilis	6,0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—</									



THE GLYCINE UPTAKE OF *SCENEDESMUS OBTUSIUSCULUS*

EDITH CSEH and ERNŐ SZABÓ

Received: March 15th 1961

While the metabolism of carbohydrates, the most important compounds of the Krebs cycle and lipids is fairly well-known in the case of algae (DANFORTH 1962), few investigations of the amino acids have been made in this direction. Previous data in literature were presented by SAUDERS (1957), while recent data can be found in the works of SYRETT (1962). Questions relating to the uptake, utilization and metabolism of amino acids deserve particular attention not only from the point of view of algal-physiology (as carbon and nitrogen source), but they also have a distinct role to play in nature, in the extremely important process of the self-purifying ability of waters as well as the mineralization of organic nitrogen compounds.

Several authors (ALGEUS 1948 a, b, c; BELCHER and FOGG 1958) maintain that the algae are capable of utilizing glycine as a nitrogen source. Examinations referring to the absorption of glycine, however, are still to be made. So far only SHRIFT and SPROUT (1963) are known to have carried out investigations to this end by examining the methionine uptake of *Chlorella vulgaris* and its incorporation into proteins. Based on the inhibitive effect of 2-4 DNP they have suggested that the methionine uptake is an active process.

Method

Scenedesmus obtusiusculus (CHODAT strain 5618) from the algal collection of the Biological Research Institute (Tihany) was used in the experiments. The suspension was grown in KNOP-PRINGSHEIM solution (PRINGSHEIM 1946) and aerated by 5 per cent carbon dioxide in air.

The nutrient solution of the culture before use was found to contain nitrate only in traces since it had already been absorbed by the cells. This thick suspension was then diluted 15 to 20 times by another dose of nutrient solution, depending on the number of cells of the culture. The experimental solution contained glycine and NaHCO_3 (350 mg/l) which served as nitrogen and carbon source respectively. To promote the gas exchange of the suspension and prevent sedimentation the samples were either incubated by a shaker (New Brunswick Co. thermostatic shaker which provides for giratory shaking) or they were rotated in light thermostate.

Fluorescent tubes of an intensity of 2000 luxes were used in the examinations in the light with thermostatic shaker. In the light thermostate which had been constructed at the Chair of Plant Physiology of Eötvös University

as suggested by STEEMANN NIELSEN (1961) the samples were placed in the compartments of a wheel held in a waterbath of constant temperature, in 100 ml reagent bottles. The waterbath was illuminated by F 29 fluorescent tubes and mercury-vapour lamps of low pressure (maximum intensity 50,000 luxes). Illumination in the compartments can be regulated by the neutral filter series of Chance and Co. A more detailed description of the light thermostat used will be given in a future publication.

After the time of exposition 10–10 ml aliquots of the suspension were filtered by a membrane filter (Co 5 filter plate, Membranfilter Gesellschaft Göttingen), then they were rinsed with nutrient solution containing inactive glycine of the same concentration; after drying up the activity of the 10^7 cells was measured on membrane plates by FRIESECKE—HOEPFNER methane gas flow counter.

Results

The time curve of glycine uptake is presented in *Figure 1*. The nutrient solution contained 5 mM glycine as nitrogen source. The period of the experi-

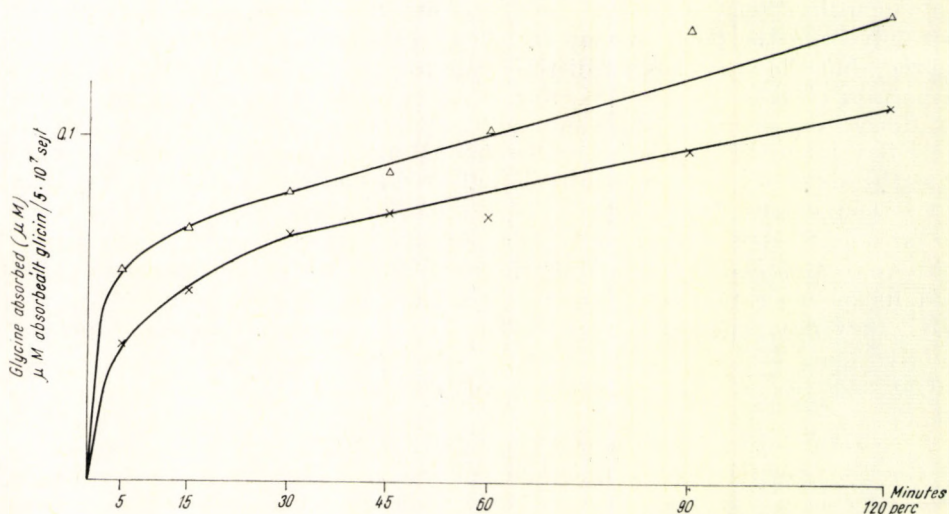


Fig. 1. Changes in the glycine uptake by *Scenedesmus obtusiusculus* (5×10^7 cells) in the light Δ and dark \times in relation to the time of incubation

1. ábra. A *Scenedesmus obtusiusculus* (5×10^7 sejt) glicinfelvételének változása fényen Δ és sötétben \times az inkubálási idő függvényében

ment ranged from 5 to 120 minutes. The absorption was examined in samples incubated in the light and in dark. At the beginning the uptake was found to be very rapid in cells kept either in the light or in dark. During the first five minutes the uptake of the illuminated cells accounted for 45% of the total quantity absorbed during two hours as against 35% by cells kept in the dark. In both cases the rate of uptake was reduced after 30 minutes but it remained steady during the subsequent period of up to 120 minutes. The

glycine absorbed by cells kept in the light was generally 30% higher on the points of measurement[†] of the time curve.

It is noteworthy that the stimulatory effect of light can be detected as early as during the first five minutes and if expressed in percentage it shows no essential change throughout the whole period of examination. Since it is of common knowledge that the uptake of photosynthetic plants is likely to

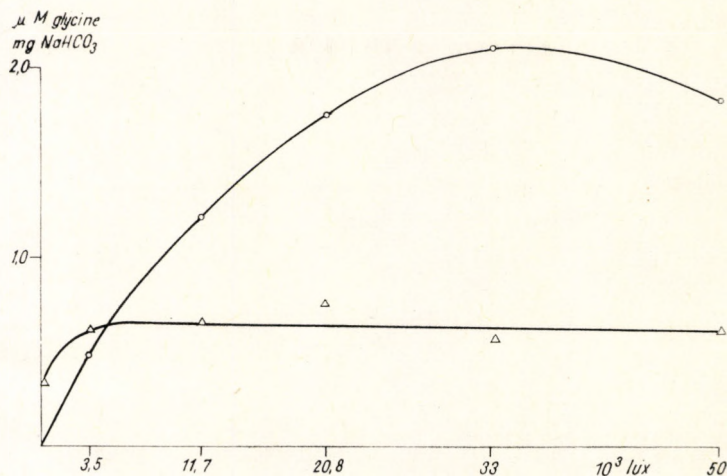


Fig. 2. The intensity of photosynthesis \circ and glycine uptake \triangle by *Scenedesmus obtusiusculus* (10^8 cells/2 hours) in relation to the changes in the intensity of light

2. ábra. A *Scenedesmus obtusiusculus* (10^8 sejt/2 óra) fotoszintézisintenzitása \circ és glicinfelvétele \triangle a beeső fényenergia változásának függvényében

be indirectly stimulated by light, we carried out investigations in light thermostate in order to determine optimum intensity. The results of the two hour experiments are presented in *Figure 2*. The effect of even 1200 luxes on glycine uptake can be considered optimum because more light failed to bring about a substantial increase in absorption. The intensity of photosynthesis shows the usual light saturation curve, reaching its maximum at 33,000 luxes (66%) under our experimental conditions. Since the course of the curve of glycine uptake is completely different from that of photosynthesis, the stimulatory influence of light is presumably of an indirect character.

The concentration curves of glycine uptake were also made in light thermostate, with the glycine concentration of the nutrient solution varying between 0.01–10.0 mM. In *Figure 3*, the changes in glycine absorption are given in relation to the glycine concentration in double logarithmic plot so as to present the results of the experiments over the whole concentration range. The same data are also presented in *Figures 4* and *5* on a linear scale. Unfortunately SHRIFT and SPROUT have failed to publish concentration curves referring to L-methionine so we give the concentration curve of glycine uptake by excized wheat roots in *Figures 3* and *4* for the sake of comparison (CSEH and BÖSZÖRMÉNYI 1964). According to the view formed during the studies

on the mechanism of ion uptake the active (carrier-mediate) absorption saturates at a certain external concentration. Here the rate of uptake reaches its maximum and becomes independent of the external concentration. Recently, however, the experiments made by a number of authors (BANGE and OVERSTREET 1960, BÖSZÖRMÉNYI and CSEH 1964, BÖSZÖRMÉNYI 1965, EPSTEIN,

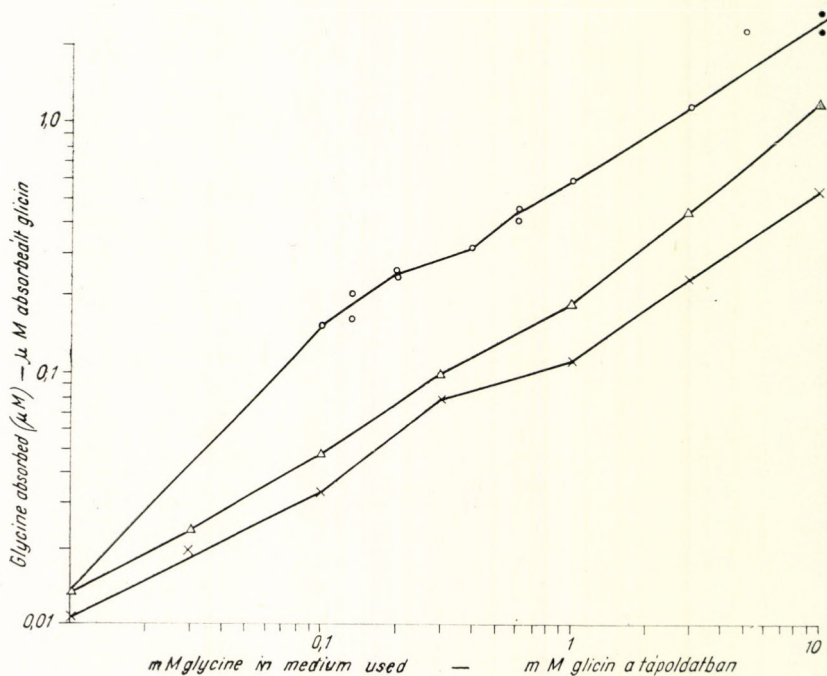


Fig. 3. Changes in glycine uptake by *Scenedesmus obtusiusculus* (10^8 cells/2 hours) in the light Δ and dark \times and by wheat seedling \circ (20 plants/1 hour) in relation to the glycine concentration of the nutrient solution

3. ábra. A *Scenedesmus obtusiusculus* (10^8 sejt/2 óra) fényen Δ és sötétben \times és a búzacsíranövény \circ (20 növény/1 óra) glicinfelvételének változása a tápoldat glicinkoncentrációjának függvényében

RAINS and ELZAM 1963, ELZAM, RAINS and EPSTEIN 1964) have pointed to the possibility that two or more uptake systems may play a part in the absorption of the same ion. We may run into difficulties when trying to divide the concentration curve into saturation stages if a sharp distinction cannot be made between the operation of the systems concerned by adopting mathematical and experimental methods.

The glycine uptake curve fails to indicate pronounced saturation either in the case of algae or wheat roots. The largest deviation of the curve from the linear one can be found with 0.2–0.4 mM and 0.3–1.0 mM external concentrations in the case of wheat roots and algae respectively. The slight deviation between the two materials may also stem from the fact that the concentration curve is not sufficiently detailed.

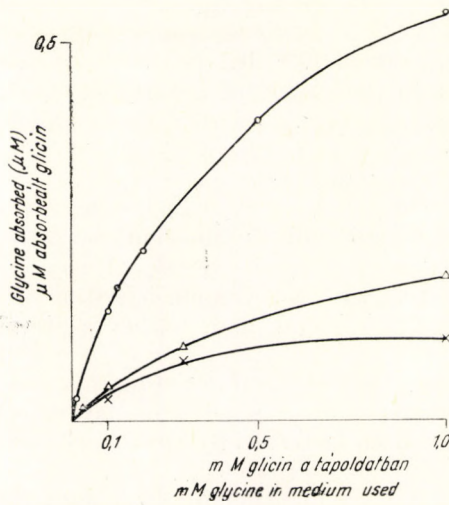


Fig. 4. Changes in glycine uptake by *Scenedesmus obtusiusculus* (10^8 cells/2 hours) in the light Δ and dark \times and by wheat seedlings (20 plants (1 hour) \circ) in relation to the glycine concentration of the nutrient solution

4. ábra. A *Scenedesmus obtusiusculus* (10^8 sejt/2 óra) fényen Δ és sötétben \times és a búzacsíranövény \circ (20 növény/1 óra) glicinfelvételének változása a tápoldat glicinkoncentrációjának függvényében

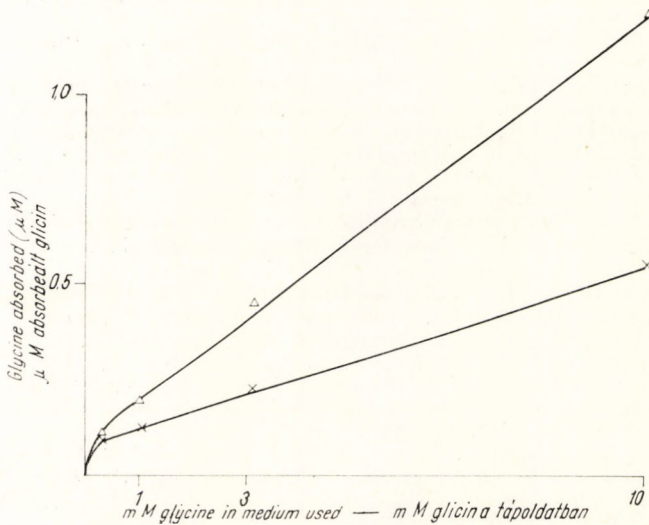


Fig. 5. Glycine uptake by *Scenedesmus obtusiusculus* (10^8 cells/2 hours) in the light Δ and dark \times in relation to the glycine concentration of the nutrient solution

5. ábra. A *Scenedesmus obtusiusculus* (10^8 sejt/2 óra) glicinfelvétele — fényen Δ és sötétben \times a tápoldat glicinkoncentrációjának függvényében

Summary

The uptake of glycine-C¹⁴ by *Scenedesmus obtusiusculus* has been examined in relation to the period of absorption, the intensity of light and the changes in the glycine concentration of the nutrient solution.

It could be concluded on the basis of the time curves made in the light and in darkness that in both cases there was an initial very rapid uptake period followed by a slower linear stage. The stimulatory effect of light began to operate right at the beginning of illumination and lasted until the end of the experiment.

Even a minimum light was found to stimulate absorption. Further increase in the intensity of light had neither a stimulatory nor inhibitive influence on uptake.

The extent of the stimulatory effect of light is dependent on the medium glycine concentration; there was a slight stimulation at 0.01 mM, but absorption was found to have been increased by more than 100% at 10.0 mM external concentration.

Despite the wide concentration interval used during the experiment, pronounced saturation cannot be observed on the concentration curves.

LITERATURE

- ALGÉUS, S. (1948a): Glycocoll as a source of nitrogen for *Scenedesmus obliquus*. — *Physiol. Plantarum* **1**, 66—84.
- ALGÉUS, S. (1948b): The utilization of glycocoll by *Chlorella vulgaris*. — *Physiol. Plantarum* **1**, 236—244.
- ALGÉUS, S. (1948c): The deamination of glycocoll by green algae. — *Physiol. Plantarum* **1**, 382—383.
- BANGE, G. G. J. and R. OVERSTREET (1960): Some observations on absorption of cesium by excised barley roots. — *Plant Physiol.*, **35**, 605—608.
- BELCHER, J. H. and FOGG, G. E. (1958): Studies on the growth of Xanthophyceae in pure culture. III. *Tribonema aequale* Pascher. — *Arch. Mikrobiol.* **30**, 17—22.
- BÖSZÖRMÉNYI Z. (1965): The ion-uptake of excised barley roots with special reference to the low concentration process. — (in press.)
- BÖSZÖRMÉNYI, Z. and E. CSEH (1964): Studies of ion-uptake by using halide ions. Changes in the relationships between ions depending on concentration. — *Physiol. Plantarum* **17**, 81—90.
- CSEH E.—BÖSZÖRMÉNYI Z. (1964): Magasabbrendű növények aminosavfelvételi mechanizmusának vizsgálata. — *VI. Biokémiai Vándorgyűlés Tihany*.
- DANFORTH, W. F. (1962): Substrate assimilation and heterotrophy. In R. A. LEWIN: *Physiology and biochemistry of algae*. — *Academic Press* 99—123.
- ELZAM, O. E., D. W. RAINE and E. EPSTEIN (1964): Ion transport kinetics in plant tissue: Complexity of the chloride absorption isotherm. — *Biochem. Biophys. Res. Comm.* **15**, 273—276.
- EPSTEIN, E., D. W. RAINE and O. E. ELZAM (1963): Resolution of dual mechanisms of potassium absorption by barley roots. — *Proc. Nat. Acad. Sci.* **49**, 684—692.
- PRINGSHEIM, E. G. (1946): Pure cultures of algae, their preparation and maintenance. *Univ. Press. Cambridge* 1—119.
- SHRIFT, A. and M. SPROUT (1963): Nature of the stable adaptation induced by selenomethionine in *Chlorella vulgaris*. — *Biochim. Biophys. Acta* **71**, 332—344.
- STEEMANN NIELSEN, E. and HANSEN, V. KR. (1961): Influence of surface illumination on plankton photosynthesis in Danish waters (56° N) throughout the year. — *Physiol. Plant.* **14**, 595—613.

A SCENEDESMUS OBTUSIUSCULUS GLICIN FELVÉTELE

Összefoglalás

Cseh Edit és Szabó Ernő

Scenedesmus obtusiusculus C¹⁴ jelzett glicin felvételét tanulmányoztuk az inkubációs időtartam, a fényintenzitás és a tápoldat glicinkoncentráció változásának összefüggésében.

A sötétben és fényen felvett időgörbék alapján megállapítható volt, hogy mindkét esetben, egy kezdeti igen gyors felvételi szakaszt egy lineáris lassúbb periódus követ. A fény serkentő hatása a megvilágítás kezdetén jelentkezik és tart az egész kísérlet alatt.

A felvétel szempontjából már minimális fény serkentő hatású. A fényintenzitás további növekedése a felvételre sem gátló, sem serkentő hatással nincsen.

A fény serkentő hatásának nagysága függ a medium glicin koncentrációjától 0,01 mMol esetén alig figyelhető meg, addig 10,0 mMol külső koncentrációnál a felvételt több mint 100%-kal növeli.

A kísérlet során használt széles koncentráció intervallum ellenére a koncentráció görbéken kifejezett telítődés nem figyelhető meg.

УСВОЕНИЕ ГЛИЦИНА У SCENEDESMUS OBTUSIUSCULUS

Эдит Чех, Э. Сабо

Было изучено усвоение глицина с меченой C¹⁴ Scenedesmus obtusiusculus в зависимости от времени инкубации, интенсивности света и изменения концентрации глицина в питательной среде.

На основе кривых времени полученных при регистрации во свете и в темноте, было установлено, что в обоих случаях имеется начальная быстрая фаза, вслед за которой следует более медленный линейный период в усвоении глицина. Стимулирующее влияние света появляется в начале освещения и продолжается в течении всего эксперимента.

С точки зрения усвоения глицина уже минимальное количество света обладает стимулирующим действием. Дальнейшее увеличение интенсивности света не оказывает ни тормозящего ни стимулирующего влияния усвоения глицина.

Стимулирующее действие света зависит от концентрации глицина в среде; при концентрации 0,01 мМ/л стимуляция усвоения глицина почти не наблюдается, а при концентрации 10 мМ/л усвоение глицина увеличивается в 100%.

Несмотря на широкие пределы, применяемых концентрации, в ходе экспериментов не отмечалась насыщенность на концентрационных кривых.

**CULTIVATION OF THE GREEN ALGAL STRAIN 5618.
SCENEDESMUS OBTUSIUSCULUS IN ARTIFICIAL SEA WATER**

LAJOS J. M. FELFÖLDY and GÁBOR UHERKOVICH
(Hungarian Tisza-Research Station, Szeged)

Received: March 16th, 1965

The salinity is one of the most important factors in the life and distribution of some marine and brackish organisms or populations (e.g. PILLAI 1955, BRAARUD 1951, 1961, 1962, CARPELAN 1964). The green algae especially the Chlorococcales play no important role in the phytoplankton of the sea (IYENGAR 1951), though there are many useful data at disposal on their appearance in coastal waters of some marine areas (BUTCHER 1952, HALME and MÖLDER 1958, SKOLKA 1960, UHERKOVICH 1962 and others). Especially the genus *Scenedesmus* is lacking in typical sea water (salinity at about 35‰), but it rather frequently occurs in labile or stable oligo-beta-mesohalyn waters of ca. 10–18‰ salinities (UHERKOVICH 1962). The salt tolerance of any fresh water algal species may be of importance not only from ecological viewpoint but also because of the mass culturing of algae. The marine unicellular algae are not suitable for this purpose (LOOSANOFF 1951, EDDY 1956, GIBOR 1956). It was thought therefore worth investigating the behaviour of some species of our algal collection in artificial marine water.

The experiments were performed also with the aim of obtaining further data on our most intensively investigated 5618. *Scenedesmus obtusiusculus* strain (FELFÖLDY 1962, 1965, FELFÖLDY, SZABÓ and TÓTH 1962, 1964, UHERKOVICH & al. 1962).

Material and method

The studies were carried out with 5618. *Scenedesmus obtusiusculus* strain belonging to the collection of living algae of the Biological Research Institute of the Hungarian Academy of Sciences.

The algal material kept on agar slants in a northern window was scraped from the agar surface under aseptic conditions and transferred into 1 litre Erlenmeyer flasks containing liquid medium of the following composition:

NH ₄ NO ₃	500 mg
KH ₂ PO ₄	250 mg
MgSO ₄ · 7 H ₂ O	75 mg
FeSO ₄ · 7 H ₂ O	25 mg
disodium ethylenediamin-tetra- acetate (EDTA)	6 mg
HCl	0,2 ml
Arnon's solution of trace elements	0,2 ml

in one litre of Tihany tap water.

The pH of this solution was adjusted to about 7 by the addition of $n\text{-HCl}$ or $n\text{-NH}_4\text{OH}$. (The total salt concentration of Tihany tap-water according to the analysis of Mr. ERNŐ SZABÓ is: 308 mg/litre without hydrocarbonate ions).

Culturing vessels were put on a transparent plate placed horizontally above 40 W Tungfram "warm white" fluorescent tubes (c. 9000 Lux). Compressed air containing 1.5 per cent carbon dioxide was bubbled through the cultures.

For the purpose of the experiments artificial sea water was prepared from laboratory reagents. Several formulae have been in use out of which the following due to LYMAN and FLEMING (1940) includes all the major constituents and yields a water of $\text{Cl} = 19.00 \text{ ‰}$ and of 34.33 salinity (HARVEY 1955).

NaCl	23,477 g	NaHCO_3	0,192 g
MgCl_2	4,981	KBr	0,096
Na_2SO_4	3,917	H_3BO_3	0,026
CaCl_2	1,102	SrCl_2	0,024
KCl	0,664	NaF	0,003

in 1000 ml of deionized water (prepared with the combination of ion exchange resins "Varion K" and "Varion AK"). The pH of this artificial sea water after aeration was 8.15.

In the course of the experiment this artificial sea water was enriched pro litre with 500 mg NH_4NO_3 , 250 mg KH_2PO_4 , 25 mg $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, 0.6 mg EDTA and 0.2 ml ARNON'S solution (ARNON 1938). Salinity increased after the addition of these salts with 0.8 g/litre ($S\text{‰} = 35.13$).

The dilutions of sea water was prepared with Tihany tap-water. The composition and other properties of nutrient solutions used in these studies are presented in *Table 1*.

Table 1 — 1. Táblázat
Composition and properties of experimental nutrient solutions
A kísérleti tápoldatok összetétele és tulajdonságai

	Sea water (sw) — Tengervíz	$\frac{\text{sw}}{2}$	$\frac{\text{sw}}{4}$	Control — Kontroll
Artificial sea water — Mesterséges tengervíz	1000 ml	500 ml	250 ml	0 ml
Tap water — Csapvíz	0 ml	500 ml	750 ml	1000 ml
NH_4NO_3	500 mg	500 mg	500 mg	500 mg
KH_2PO_4	250 mg	250 mg	250 mg	250 mg
$\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	0 mg	37 mg	55 mg	75 mg
$\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	25 mg	25 mg	25 mg	25 mg
Arnon's solution — Arnon-féle oldat	0.2 ml	0.2 ml	0.2 ml	0.2 ml
Salinity ‰ — Szalinitás	35.18	18.18	9.66	0.31
pH	8.15	8.2	7.6	7.0

The growth rate of algae was not measurable with optical methods, because of the great differences in colour produced by different treatments. Thus it was determined by measuring the dry matter content of suspension filtered through tared filter paper and dried to constant weight at 105° C.

The number of cells present in 1 ml suspension was determined with BÜRKER haemocytometer at the end of the experimental procedures.

From the properties of the cell mass produced the total nitrogen content was determined with KJELDAHL method. Cells separated and washed with distilled water by centrifuging were dried at 105° C, ground to fine powder, and digested in concentrated sulphuric acid by the addition of a little amount of hydrogen peroxide. After alkalization the samples were distilled in a PARNASS—WAGNER microdistillation apparatus. The distilled ammonia absorbed in 4% boric acid solution was titrated with 0.1N HCl solution. Protein content = 6.25N.

For the cultures had different colouring it was considered important to determine the composition of pigment content in samples. This was performed with the spectrophotometric measurements of the acetonous extract usual in hydrobiology. Aliquots of suspensions were filtrated through filter papers of fine quality (MACHEREY—NAGEL N° 640 d) and the filter paper together with the filtrated cells was put above boiling water, pulpified by grinding in a porcellain mortar with a mixture of little amount of magnesium oxide and glass powder, and was left to stand for one night in 90% acetone. Next day it was filtrated crystal-clear through asbestos filter, washed with some drops of acetone and filled up to a volume of 50 ml. The transmittancy of this pigment extract was measured with BECKMAN DU spectrophotometer against 90% acetone. As neither c-chlorophyll nor astacin type carotenoids were present in the extract, the amount of the various types of chlorophylls was computed by the formulae of FELFÖLDY et al. (1962):

$$C_a = 0,1554 A_{665} - 0,0221 A_{645}$$

$$C_b = 0,2273 A_{645} - 0,0559 A_{665}$$

$$C_{nac} = 0,0493 A_{480} - (0,0094 C_a + 0,0670 C_b),$$

where C_a and C_b are concentrations of a and b chlorophylls expressed in mg/litre, C_{nac} = the quantity of non astacin type carotenoids expressed in mSPU/litre units (SPU = specified pigment unit). $A_{m\mu}$ = absorbancy at wavelengths of 480.645 and 665 $m\mu$ (RICHARDS and THOMPSON 1952).

For photosynthetic measurements the cells grown in sea water of different concentrations were separated from nutrient solution by centrifuging. A suspension of 1 g/litre density was prepared of the separated cells with fresh nutrient solution. 3 ml of this suspension was pipetted into flat-bottomed WARBURG vessels of 26—28 ml capacity. The measurements were performed at an about 9000 Lux illumination and 25±1° C temperature with the WARBURG technique. The results were computed from the averages of measurements performed at 20 minute intervals and are expressed in units of μ l O_2 /mg dry matter/hour. In pure sea water photosynthesis was not measurable in the original cells, not even in cells grown in control nutrient solution and freshly suspended in sea water.

Morphological examinations were carried out in living material and in those conserved with 2% formaldehyde (ZEISS NfPK microscope and phase-contrast adapter).

Results

Physiological and chemical observations

Experiences obtained in different dilutions of sea water are summarized in *Table 2* and *Figure 1*.

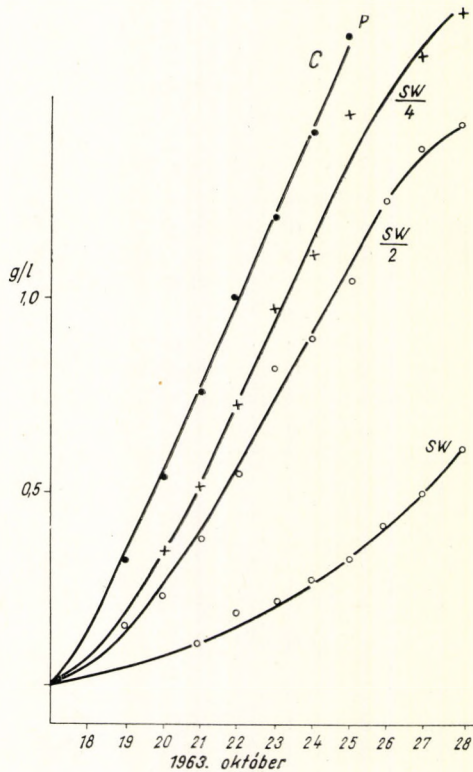


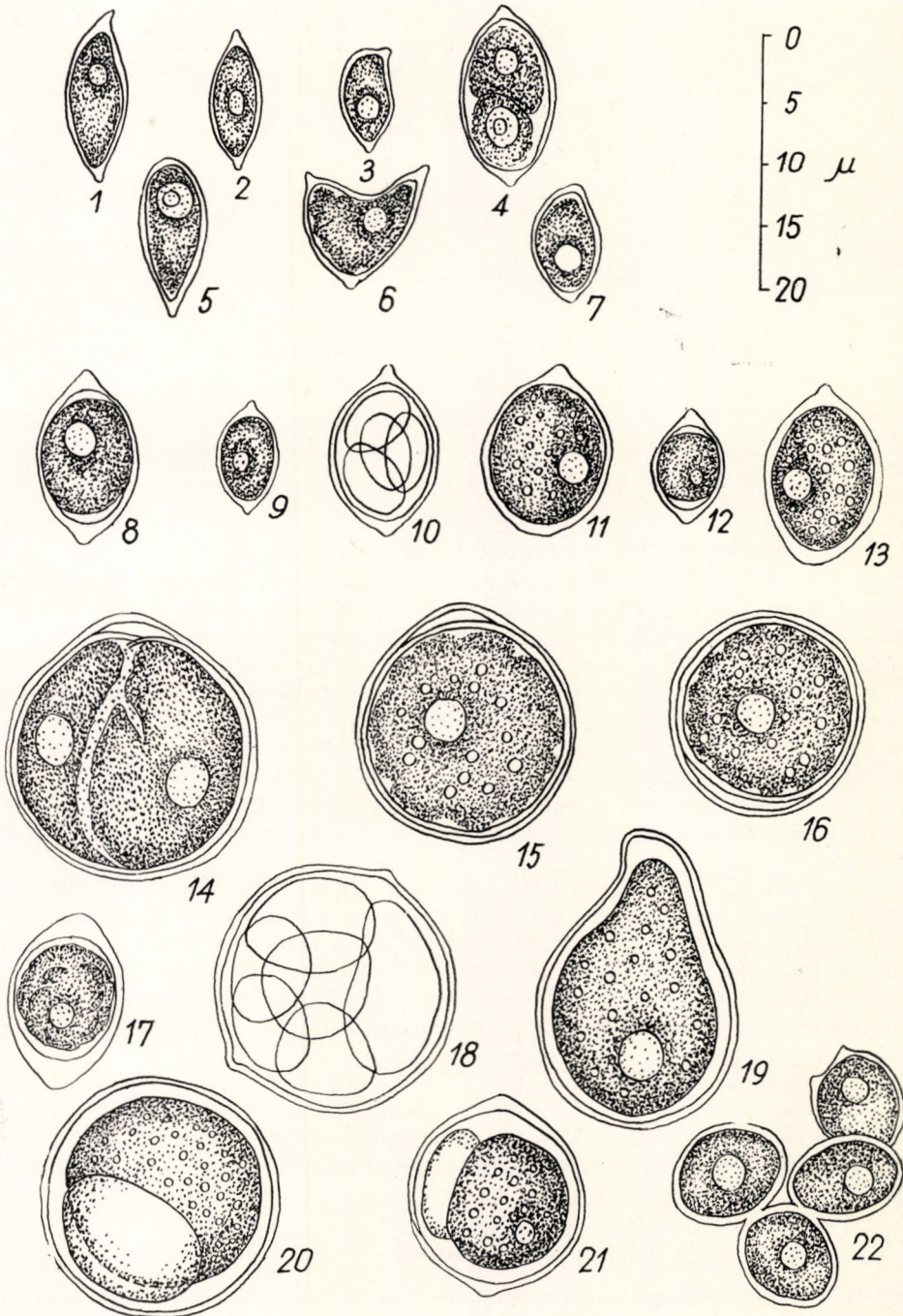
Figure 1. Growth curves of *Scenedesmus obtusiusculus* in nutrient media with different grades of salinity

1. ábra. *Scenedesmus obtusiusculus* növekedési görbéi különböző só-koncentrációjú tápoldatokban

Morphological observations

The general appearance — *facies culturalis* — of control cultures shows the normal microscopic picture of cell populations grown in other balanced nutrient solutions (UHERKOVICH et al. 1962). The dimension of the single cells varies between $8.5-14 \times 4-8 \mu$, but their majority is of $12 \times 5.5 \mu$ size. The cells are spindle shaped, monodesmoid condition is predominant and only few four-celled coenobia are present (*Plate 2, N^o 1-7*).

Plate 2 — 2. Tábla



Explanation see text — Magyarázat a szövegben

Table 2 —

Properties of 5618 *Scenedesmus obtusiusculus*
5618 *Scenedesmus obtusiusculus* tulajdon-

	S%	Dry matter after 10 days — Szárazanyag 10 nap után, g/litre %		Cell number — Sejtszám, 10 ⁶ /ml %		Crude protein % in dry matter — Nyers fehérje szárazanyag %-ban
Sea water (sw) — Tengervíz	35.2	0.61	25.8	2.5	5.0	29.0 24.0
$\frac{sw}{2}$	18.2	1.46	61.6	19.2	38.3	30.9 34.8
$\frac{sw}{4}$	9.7	1.86	78.5	40.6	81.1	47.2 43.9
Control — Kontroll	0.3	2.37	100.0	50.1	100.0	48.2 49.7

Cells growing in the 3 : 1 mixture of freshwater—sea water are more spherical = $8.5-13.5 \times 6-8.5 \mu$, but more often broadly spindle shaped monodesmoid forms of $13-7 \mu$ size, or seldom forming irregular chains with four or eight cells, which do not resemble the regular coenobial arrangement of *Scenedesmus* species (Plate 2, N^o 8—10).

In the 1 : 1 mixture of fresh-water and sea water (sw/2) the size of cells varies between $6.5-14.5 \times 4.5-11 \mu$, but the diameter of the majority is $14 \times 8 \mu$. They are broadly spindle-shaped or broadly ellipsoidal. In the latter ones papilla characteristic of the genus is present very often only at one end of the cells, while the other end seems to be rounded. Besides these common monodesmoid form irregularly granulated cells are also observable (Plate 2, N^o 11—13).

In artificial sea water (sw) the cells are of $14-21 \mu$ diameter, they are globose, or very broad ellipsoidal monodesmoid cells and very often only one or two obtuse papillae indicate the descent from the original spindle-shaped cells. Seldom these broad spindle shaped cells observable in the cultures are smaller (about $10 \times 14 \mu$), and more seldom similar or even smaller cells are united into four-celled coenobia of irregular shape or cell aggregates. In case of greater globose cells a very often transparent vesicle (filled with water or salt water) is also observable besides the green granulated cell body inside the cell wall, which seems to be double (daughter cell enclosed into the mother cell?) (Plate 2, N^o 14—22). Even in case of more rounded cells at least one papilla at the cell end reminds of the original spindle shape (14, 15, 21 in Plate 2).

Discussion

As the experimental results show the strain 5618. *Scenedesmus obtusiusculus* has a rather moderate salt tolerance and this establishment corresponds to the observations of field algology, namely that the distribution of *Scene-*

2. Táblázat

in artificial sea water of different dilutions
sági különböző hígítástú tengervízben

Chlorophyll % in dry matter — Klorofill % szárazanyagban, a		Total carotenoids % of dry matter — Össz karotin szárazanyag %-ában	Colour of the suspension — Szuszpenzió színe	Photosynthesis $\mu\text{l O}_2/\text{l mg dry}$ matter/hour — Fotoszintézis $\mu\text{l O}_2/\text{l mg száraz-}$ anyag/h
1.2	0.4	0.42	wine coloured — borszínű	not measurable — nem mérhető
2.0	0.7	0.54	greenish-yellow — zöldessárga	27.5
3.7	1.3	0.61	dark green — sötét- zöld	29.1
3.8	1.3	0.56	dark green — sötét- zöld	31.8

desmus genus in marine biotopes is limited to salinities below 16–18‰. The results of the experiments of WETHERELL (1961, 1963) with *S. brasiliensis*, *S. obliquus* and *S. quadricauda* are of the same order of magnitude. UHERKOVICH identified eleven *Scenedesmus* taxa in the Black Sea plankton collected near Costanca at 10.79–17.99‰ salinities. Our growth curves in *Figure 1* show that the growth of *Scenedesmus obtusiusculus* is very good even in sea water diluted to 1 : 1, having 18.2 salinity. In sea water diluted to its half photosynthetic activity is also fairly satisfactory, 86.5 per cent of the control, whereas in pure sea water no photosynthesis was measurable either in cells growing in pure sea water itself or in those grown in the control nutrient solution and freshly suspended in artificial sea water. The decrease in the rate of photosynthesis is parallel with the decrease in growth.

As it is evidenced by morphological observations the shape of cells becomes gradually broader and the size of cells increases simultaneously with increasing concentration. This tendency is well visible in *Figure 2* in which cell number (scale on the left) and the dry matter content in an unit volume of suspension (scale on the right) is compared. In pure sea water and in its dilution to 1 : 1 the values of cell number are surpassed by those of dry matter due to the increased volume of the single cells. A similar increasing effect of salt concentration on the dimension of cells was recorded also by SOEDER (1960). Disturbancies in cell division and formation of clumps by aggregated cells were observed by SOEDER (1960) and WETHERELL (1963). This was observed by the latter also in 10‰ sea water in the case of *Scenedesmus obliquus*.

The colour of the cultures deserves also attention. The experiences of McLACHLAN (1961) suggest that changes in pigment content are not indicative of salinity. A variety of reactions was produced in the case of different species. In *Scenedesmus obtusiusculus* maximum growth and photosynthesis is parallel with maximum a-chlorophyll content.

As a final conclusion it may be said that 5618 *Scenedesmus obtusiusculus* is not an immoderately salt resistant strain. It does not grow sufficiently in sea water even if it is diluted to 1 : 1. Nevertheless, it yields a rich and healthy culture when grown in a 1 : 4 mixture of sea water and fresh-water.

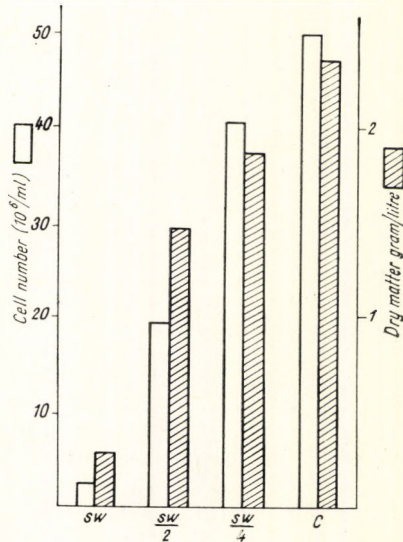


Figure 2. Comparison of cell number and dry matter content in suspensions of *Scenedesmus obtusiusculus* grown in nutrient media with different salinities

2. ábra. Különböző sókoncentrációjú oldatban nevelt *Scenedesmus obtusiusculus* sejtszáma és szárazanyagtartalma közötti összefüggés

Summary

The strain 5618. *Scenedesmus obtusiusculus* CHOD. belonging to the collection of algae of the Biological Research Institute at Tihany was cultured in artificial sea water and in 1/2 and 1/4 dilutions thereof ($S_{\infty} = 35.2, 18.2, 9.7$). The following properties of suspension decreased with increasing salinities: dry matter content, cell number, protein and chlorophyll content of cells, photosynthetic activity. On the other hand a little increase in carotenoid content of dry cell material was demonstrable.

The experimental results well agree with the experiences in field algology, namely that the members of genus *Scenedesmus* are not to be found in marine habitats above 18‰ salinity.

This strain is not suitable for mass cultivation in pure sea water, but it will have some possibilities in brackish waters ($S_{\infty} < 10-12$).

Grateful acknowledgement is due to Mr. ERNŐ SZABÓ for putting the analytical data of Tihany tap-water at our disposal, and to Mrs. BRIGITTA SZABÓ for her technical assistance in the experimental work. Thanks is due to Mr. GYULA HÁMORY for the careful performance of protein analyses.

LITERATURE

- ARNON, D. I. (1938): Micro-elements in culture solution experiments with higher plants. — *Amer. J. Bot.* **25**, 322—325.
- BRAARUD, T. (1951): Salinity as an ecological factor in marine phytoplankton. — *Physiol. Plant.* **4**, 28—34.
- BRAARUD, T. (1961): Cultivation of marine organisms as a means of understanding environmental influences on population. — *Repr. from Oceanography Amer. Assoc. Sci.* **1961**, 271—298.
- BRAARUD, T. (1962): Species distribution in marine phytoplankton. — *J. Oceanogr. Soc. Japan* **1962**, 628—649.
- BUTCHER, R. W. (1952): Contributions to our knowledge of the smaller marine algae. — *J. Mar. Biol. Ass. U. K.* **31**, 175—191.
- CARPELAN, L. H. (1964): Effects of salinity on algal distribution. — *Ecology* **45**, 70—77.
- DROOP, M. R. (1961): Some chemical considerations in the design of synthetic culture media for marine algae. — *Bot. Mar. (Hamburg)* **2**, 231—246.
- EDDY, B. P. (1956): The suitability of some algae for mass cultivation for food, with special reference to *Dunaliella bioculata*. — *J. Expt. Bot.* **7**, 372—380.
- FELFÖLDY, L. J. M. (1962): Simple apparatus for culturing unicellular algae in large amounts for laboratory purposes. — *Annal. Biol. Tihany* **29**, 85—93.
- FELFÖLDY, L. J. M. (1965): Photosynthesis of the unicellular algal strain, *Scenedesmus obtusiusculus* Chod. at various pH values. — *Acta Biol. Acad. Sci. Hung.* **15** (in the press).
- FELFÖLDY, L. J. M., E. SZABÓ and L. TÓTH (1962): On pigment content in some unicellular algae. — *Annal. Biol. Tihany* **29**, 101—106. (In Hungarian with English summary.)
- FELFÖLDY, L. J. M., E. SZABÓ and L. TÓTH (1964): Pre-pilot plant experiments for mass culturing of algae at Tihany (Hungary). — *Annal. Biol. Tihany* **31**, 185—222. (In Hungarian with English summary.)
- GEORGE, E. A. (1957): A note on *Stichococcus bacillaris* Naeg. and some species of *Chlorella* as marine algae. — *J. Mar. Biol. Ass. U. K.* **36**, 111—114.
- GIBOR, A. (1956): The culture of brine algae. — *Biol. Bull.* **III**, 223—229.
- HALME, E. and K. MÖLDER (1958): Planktonologische Untersuchungen in der Pojo-Bucht und angrenzenden Gewässern. III. Phytoplankton. — *Ann. Bot. Soc. Zool. Bot. Fennicae Vanamo* **30**, 1—71.
- HARVEY, H. W. (1955): The chemistry and fertility of sea waters. — *Univ. Press, Cambridge*, 1—224.
- IYENGAR, M. O. P. (1951): Chlorophyta. — In: SMITH, G. M. (edit.): *Manual of phycology*, *Chronica Botanica Comp., Waltham, Mass.*, **2**, 1—67.
- LOOSANOFF, V. L. (1951): Culturing phytoplankton on a large scale. — *Ecology* **32**, 748—750.
- LYMAN, J. and R. H. FLEMING (1940): Composition of sea water. — *J. Mar. Res.* **3**, 134—146.
- MCLACHLAN, J. (1959): The growth of unicellular algae in artificial and enriched sea water media. — *Canad. J. Microbiol.* **5**, 9—15.
- MCLACHLAN, J. (1961): The effect of salinity on growth and chlorophyll content in representative classes of unicellular marine algae. — *Canad. J. Microbiol.* **7**, 399—406.
- PILLAI, V. K. (1955): Observations on the ionic composition of blue-green algae growing in saline lagoons. — *Proc. Nat. Inst. Sci. India, Part B*, **21**, 90—102. (*Ber. wiss. Biol.* **104**, 39—40, 1956.)
- RICHARDS, F. A. and T. THOMPSON (1952): The estimation and characterization of plankton populations by pigment analyses. II. A spectrophotometric method for the estimation of plankton pigments. — *J. Marine Res.* **11**, 147—155.
- SKOLKA, V. H. (1960): Espèces phytoplanktoniques des eaux roumaines de la Mer Noire. — *Rapp. Proc. Réun. C. I. E. S. M. M.* **15**, 249—268.
- SOEDER, C. J. (1960): Studien zur Entwicklungsphysiologie von *Chlorella pyrenoidosa* Chick unter besondere Berücksichtigung der Salzkonzentration im Medium. — *Flora* **148**, 489—516.
- UHERKOVICH, G. (1962): Beiträge zur Kenntnis der Chlorococcaleen-Flora des Schwarzen Meeres. — *Bot. Mar. (Hamburg)* **3**, 12, 3—128.
- UHERKOVICH, G., F. Zs. KALKÓ and L. J. M. FELFÖLDY (1962): Changes in morphology

- of *Scenedesmus obtusiusculus* Chod. under different culture conditions. — *Annal. Biol. Tihany* **29**, 287—295. (In Hungarian with English summary.)
- UHERKOVICH, G. (1965): Die *Scenedesmus*-Arten Ungarns. — Monography in the press.
- WETHERELL, D. F. (1961): Culture of fresh water algae in enriched natural sea water. — *Physiol. Plant.* **14**, 1—6.
- WETHERELL, D. F. (1963): Osmotic equilibration and growth of *Scenedesmus obliquus* in saline media. — *Physiol. Plant.* **16**, 82—91.

AZ 5618. *SCENEDESMUS OBTUSIUSCULUS* ZÖLD ALGATÖRZS TENYÉSZTÉSE
MESTERSÉGES TENGERVIZBEN

Összefoglalás

Felföldy Lajos és Uherkovich Gábor

A tihanyi Biológiai Kutatóintézet gyűjteményének 5618. *Scenedesmus obtusiusculus* CHOD. törzsét tenyésztettük mesterséges tengervízben és annak 1/2 és 1/4-es hígításaiban ($S^{\circ}/_{\infty} = 35,2, 18,2, 9,7$). Kontroll tápoldatként ammónium nitráttal gazdagított csapvíz szolgált ($S^{\circ}/_{\infty} = 0,3$). A szalinitás emelkedésével a szuszpenzió szárazanyag tartalma, a sejtszám, a sejtek fehérje- és klorofilltartalma valamint fotoszintetikus tevékenysége csökken, a karotinoid tartalom kissé emelkedik.

A kísérleti adatok jól egyeznek a hidrobiológia tapasztalataival, hogy 18 ‰ szalinitás felett *Scenedesmus* a tengerben nem található.

Ez a törzs nem alkalmas arra, hogy tömegtenyésztéséhez tengervizet használjunk.

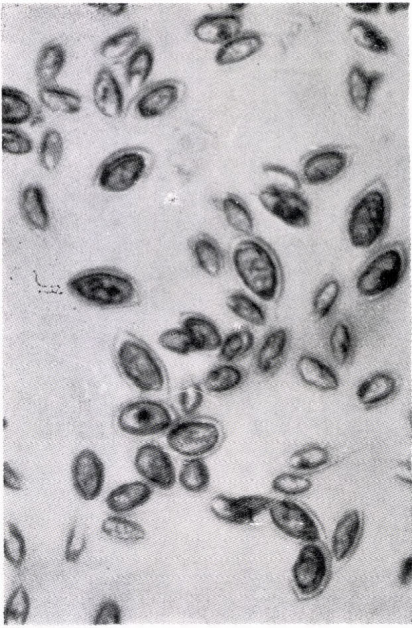
КУЛЬТИВИРОВАНИЕ ШТАММА ЗЕЛЕННЫХ ВОДОРОСЛЕЙ (*SCENEDESMUS*
OBTUSIUSCULUS № 5618 В ИСКУССТВЕННОЙ МОРСКОЙ ВОДЕ

Л. Фелфелди, Г. Ухеркович

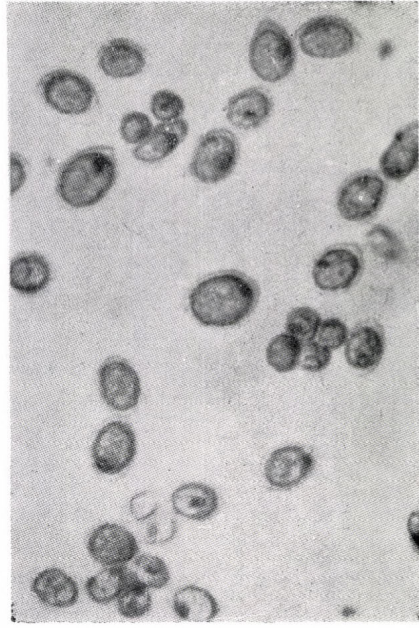
Были культивированы штаммы *Scenedesmus obtusiusculus* Chod. № 5618 из коллекции Биологического Института в Тихани в разведенной на 1/2 и 1/4 части и концентрированной искусственной морской воде ($S^{\circ}/_{\infty} = 35,2 - 18,2 - 9,7$). Контрольной питательной средой служила водопроводная вода, содержащаяся нитрат аммония ($0^{\circ}/_{\infty} = 0,3$). С увеличением соленности наблюдалась снижение сухого остатка суспензии, числа клеток, содержания белка и хлорофилла клеток и также фото-синтетической деятельности, а содержание каротиноидов несколько увеличивалось.

Экспериментальные данные совпадают с данными морской алгологии согласно которым выше 18 ‰ соленности *Scenedesmus* в море не обнаруживается.

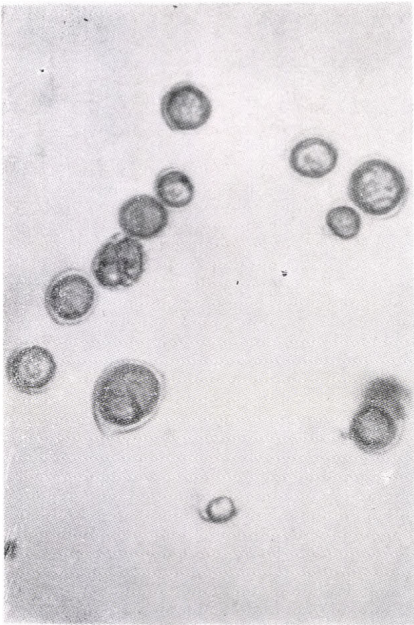
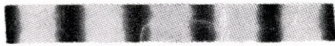
Для массового культивирования этого штамма нельзя использовать морской воды.



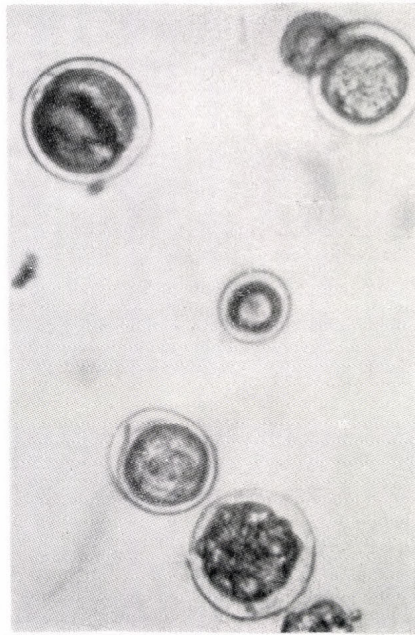
1



2



3



4

Plate 1 — 1. Tábla

Different forms of "facies culturalis" of *Scenedesmus obtusiusculus* suspensions in control nutrient medium (1), in four times- (2), twice- (3) and un-diluted (4) sea water. (1° in the scale: 10 μ)

Scenedesmus obtusiusculus tenyészetek "facies culturalis"-a kontrol tápoldatban (1), négyszer (2) és kétszer hígított (3) és hígítatlan tengervízben (4). (Egy skálabeosztás 10 μ),

CONTRIBUTION TO THE ECOLOGY OF THE STEPPE VEGETATION OF THE TIHANY PENINSULA

I. DESCRIPTION OF THE SAMPLE AREA AND OF THE PLANT COENOSIS ANALYSED

ISTVÁN KÁRPÁTI—VERA KÁRPÁTI

Received: May 30th 1965

According to objectives, our ecological experimental research work in 1962 was conducted in the rock swards of the "Kiserdő" sample area of Tihany. In the following a brief survey is given of the sample area, of the coenological structure and biotope conditions of the plant society studied.

In the geological structure of the Tihany peninsula three formations are involved. The basis of the peninsula consists of Upper-Pannonian sand and pumice on which the produce of the Lower Pleistocene volcanism the basalt tuff is settled. Basalt tuff spreading was followed by post volcanic action the siliceous carbonatic products of which are the geysirites. The above described stratigraphic series is found on the N shore of the pond Belső-tó (Inner Lake) on *Kiserdőtető*. The Upper-Pannonian sand and pumice can be found above the narrow Holocene foreshore of Belső-tó up to a height of 150 m above sea level. On this is settled the basalt tuff which can be readily observed on the northern side of the Kiserdő-tető hill. On the ridge can be found the post volcanic formations, the geysirites.

The denudated detritus of basalt tuff and geysirite reach down to the foot of the hill and in most cases cover the Pannonian sand and sandstone. On one of the hilly extensions to the south near the village in a height of about 150 m sporadically pleistocene river gravel is found.

The soil of the sample area has developed on the ground rock characterized in detail, with a 40—50 cm deep surface soil, its pH value ranging from 7 to 7.8. In the upper 10 cm horizon the humus content is high (6—7 per cent), in some places with a high (10—20 per cent) CaCO₃ content. To characterize the soil of the sample area the data of the following sample profile are presented:

Depth cm	H ₂ O	pH KCl	CaCO ₃	Sticky point accord- ing to Arany	Humus %	mg/100 g					Capillar water elevation		
						HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ^{- -}	Ca ⁺	Mg ⁺	5 h	20 h	100 h
0—12	7.2	6.8	—	30	6.7	58.5	6.1	44.2	16.9	4.6	13	20	28
12—32	7.6	6.8	8.99	28.5	2.9	58.5	5.8	40.3	13.4	4.5	11	23.5	47
32—46	7.8	6.9	22.7	22.5	1.6	43.9	7.7	40.3	11.2	5.5	18	31.5	57.5

On the temperature of the year 1962 it can be stated that it was by some degrees (1.5—2.0 °C) cooler in the monthly average than the values of many

(10) years, except for the months of January, April, August and October the monthly mean value of which was 0.5 to 1.5 °C higher than the average (*Fig. 1a*).

The year can be generally regarded as poor in precipitation, particularly when considering end of the spring (April 19 mm, May 13 mm) and beginning of summer (June 47.9 mm less) so important for experimental ecological research. In the period of our examinations rainy days followed, which has raised the sum of the precipitation of the month of July by about 30 mm above the 10 year average (*Fig. 1b*).

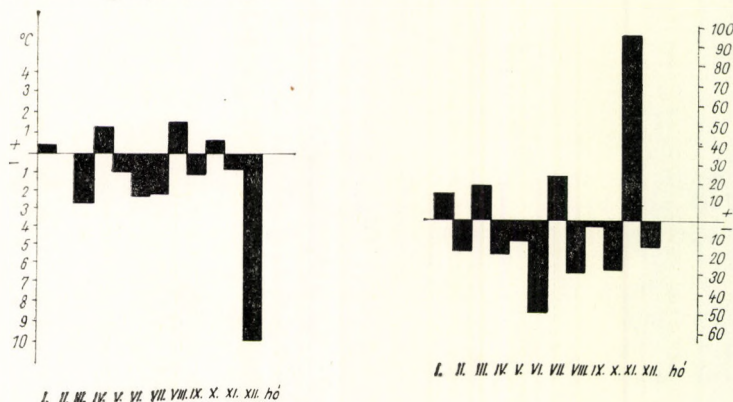


Fig. 1. Deviation of mean temperature (1a) and sum of precipitation (1b) from the ten year (1951—1960) average.

1. ábra. 1962 évi középhőmérséklet (1a) és csapadék összeg (1b) eltérése a 10 évi (1951—1960) átlagtól

A picture more illustrative from the point of view of our investigations than the monthly average is offered by the daily developments of temperature (diurnal maximum—minimum) and precipitation conditions on which data are presented in *Fig. 2*.

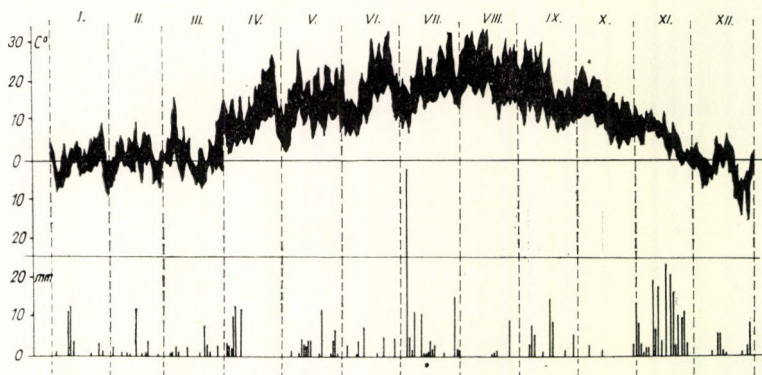


Fig. 2. Change of the diurnal maximum-minimum values of temperature and sum of precipitation. (On the strength of the data of the meteorological station of the Biological Research Institute of the Hungarian Academy of Sciences, 1962.)

2. ábra. A hőmérséklet napi maximum-minimum értékeinek változása és a csapadékösszeg (Tihany. MTA. Biológiai Kutatóintézet meteorológiai állomása adatai alapján. 1962).

On the coenological and ecological conditions of the rock swards of the Tihany peninsula information is contained in the ecological and coenological studies of R. Soó about the environments of Lake Balaton (Soó R. 1959).

Our own synecological, experimental-ecological and physiological investigations were conducted in the stands of *Stipetum stenophyllae pannonicum*. The material of the physiological laboratory examination (on the results of research work we report in the wake of the work of M. RYCHNOVSKA and J. KVET in the following chapters II., III.) also derives from there. The stands occupy spots of greater extent among the zonal *Cotinetum-Quercetum pubescentis balatonicum* of submediterranean character developed by natural afforestation. In this area beautiful stands have developed, *Stipeta stenophyllae* of secondary character, in all probability in the place of abandoned garden cultures and vineyards. The stands of the association on Kiserdőtető have a coverage of 97–100 per cent. An important part is played by the association and alliance (Verband) character species. (Alliance participation: 28 per cent.) With the same percentage are involved the *Festucetalia valesiaceae* elements (alliance participation: 31 per cent). *Festuca-Brometea* species occur with 20 per cent. Also the participation of *Quercetea pubescentis* and *Querco-Fagetea* elements is important.

Chenopodietalia elements have a slight significance. For the characterization of the coenological structure of the association the following survey is offered:

	Alliance participation — Csoport részesedés, %	Alliance mass — Csoport tömeg, %
<i>Stipetum stenophyllae</i> species	9.60	2.25
<i>Festucion sulcatae</i> species	18.84	22.52
<i>Festucetalia valesiaceae</i> spec.	31.91	21.62
<i>Festuco-Brometea</i> species	19.07	29.28
<i>Quercetea pubescentis</i> spec.	13.18	6.31
<i>Quercetalia—Querco-Fagetea</i> species	5.85	7.66
<i>Secalinetea-Chenopodietea</i> species . . .	0.12	2.70
Other accompanying species	1.42	7.66

The constant (KV) and subconstant (KIV) species of the association: *Stipa stenophylla*, *Orlaya grandiflora*, *Stipa pulcherrima*, *Thymus marschallianus*, *Vinca herbacea*, *Convolvulus cantabricus*, *Agropyron intermedium*, *Centaurea micranthos*, *Festuca valesiaca*, *Allium flavum*, *Hieracium bauchini*, *Potentilla arenaria*, *Pulsatilla grandis*, *Silene otites* var. *pseudotites*, *Asperula cynanchica*, *Phleum pheloides*, *Salvia nemorosa*, *Eryngium campestre*, *Medicago falcata*, *Melica ciliata*, *Plantago media*, *Stachys recta*, *Teucrium chamaedrys*, *Bupleurum falcatum*, *Coronilla coronata*, *Cytisus austriacus*, *Achillea millefolium* sp. *collina*, *Hypericum perforatum*.

Among the *Stipetum stenophyllae* stands surveyed on the sample area of Tihany—Kiserdőtető and the other stands of the Hungarian central range of mountains the following differential species can be demonstrated: (Comparison on the grounds of Z. BARÁTH's study).

When comparing the stands of *Stipetum stenophyllae* collected in the Kiserdő sample area of Tihany with the other stands of the Hungarian central

Table — Táblázat

		No. of survey	1	2	3	4	5	A—D	K
		Altitude above sea level	98	98	100	100	97		
		Grade of coverage in the grass horizon	—	15	15	—	20		
		Ibid. in the moss horizon	NO	NO	NO	0	80		
		Exposition	2°	5°	3°	5°	5°		
		Slope angle							
<i>Stipetum stenophyllae species</i>									
Kt	H	<i>Stipa stenophylla</i>	2—3	+—1	1	1	2	+—3	V
<i>Festucion sulcatae species</i>									
Em—Subm	Th	<i>B. Orlaya grandiflora</i>	+	+	+	+	+	+	V
Eua—Kt	H	<i>Stipa pulcherrima</i>	1	2	1—2	2	1—2	1—2	V
Kt—Eua	Ch	<i>Thymus marschallianus</i>	1	1—2	1	1	1—2	1—2	V
P—Pann	H	<i>Vinca herbacea</i>	+—1	+	(+)	1	+—1	+—1	V
Subm	H	<i>B. Convolvulus cantabricus</i>	+	+	—	+	(+)	+	IV
Eua—Kt	TH—H	<i>Erysimum diffusum</i>	+	—	+	+	—	+	III
Eua—Kt	H	<i>Adonis vernalis</i>	+(1)	—	—	+—1	—	+—1	II
Subm—Kt	H	<i>Astragalus onobrychis</i>	(+)	2	—	—	—	+—2	II
Eua—Subm	H	<i>B. Crysopogon gryllus</i>	(+—1)	(+)	—	—	—	+—1	II
Eua—Subm	Th	<i>Crupina vulgaris</i>	—	+	+—1	—	—	+—1	II
P—Pann	Th	<i>Inula oculus-cristi</i>	—	+	—	+—1	+—1	+—1	II
Pann—Balk	H	<i>Jurinea mollis</i>	—	+	—	1	—	+—1	II
P	G	<i>Iris pumila</i>	—	—	—	+	(+)	+	II
P	H	<i>Linum austriacum</i>	—	—	+	+	—	+	II
Eua—Kt	H	<i>Stipa pennata</i>	+	—	—	—	+	+	II
Kt Ena	H	<i>Verbascum phoeniceum</i>	—	—	+	(+)	—	+	II
P—Subm	?h	<i>Xeranthemum annuum</i>	+	—	—	—	(+)	+	II
Accidental (only in 1—2 surveys)									
Kt	H	<i>Achillea millefolium ssp. pannonica</i> (3.: +)							
<i>Festucetalia valesiaca species</i>									
Eua	G	<i>Agropyron intermedium</i>	1	1	1	1	1	1	V
Eua	TH—H	<i>Centaurea micranthos</i>	+	+	+	+	+	+	V
Em	H	<i>Festuca valesiaca</i>	1—2	2	1—2	1—2	2—3	1—3	V
Subm	G	<i>Allium flavum</i>	2	(+)	—	1—2	1—2	+—2	IV
Eua—Kt	H	<i>Hieracium bauchini</i>	+	+	+—1	+—1	—	+—1	IV
Eua—Kt	H	<i>Potentilla arenaria</i>	1—2	1—2(3)	—	1(2)	1—2	1—3	IV
Pann—Balk	H	<i>Pulsatilla grandis</i>	1(2)	1	1	—	1—2	1—2	IV
Eua—Kt	H	<i>Silene otites var. pseudotites</i>	+	+	—	+	+	+	IV

Eua—Kt	H	Scabiosa ochroleuca	+	—	—	+	+	+	III
Eua	H	Stipa capillata	—	+(1)	1-2	+—1	—	+—2	III
Eua	H	Veronica spicata	+	+	—	—	+	+	III
P—Pann	H	Anthyllis polyphylla	+	—	—	+—1	—	+—1	II

Accidental:

P—Subm Th—H Nonea pulla (4.:+), PH Onosma arenaria (4.:+)

Festuco-Brometea

Subm—Em	H	Asperula cynanchica	1-2	1	1	1-2	1-2	1-2	V
Eua	H	Phleum phleoides	+—1	1	1	(+)	1	+—1	V
Eua—Kt	H	Salvia nemorosa	+—1	+—1	+—1	+	+—1	+—1	V
P—Subm	H	Eryngium campestre	+	+	+—1	—	+	+—1	IV
Eua	H	Medicago falcata	+—1	1	—	+	+	+—1	IV
P—Subm	H	Melica ciliata	+	+	+	+	—	+	IV
Eua	H	Plantago media	1	+	—	+	+	+—1	IV
P—Subm	H	Stachys recta	+—1	1	+—1	—	+—1	+—1	IV
Eua	H	Filipendula vulgaris	1	—	—	1(2)	+—1	+—2	III
Eua—Kt	H	Galium verum	1	—	—	+	+	+—1	III
Subm—Em	Ch—H	Helianthemum ovatum	+	2	—	+	—	+—2	III
Cp	H	Koeleria cristata	—	—	1	+	1	+—1	III
Eua—Subm	H	Pimpinella saxifraga	(1)	+—1	—	—	+	+—1	III
Eua	H	Plantago lanceolata	—	—	+	1	+	+—1	III
Eua—Kt	H	B. Sanguisorba minor	1	+—1	—	—	+	+—1	III
Em—Subm	Ch	Sedum sexangulare	+	—	—	+	+—1	+—1	III
Eua—Kt	H	Poa bulbosa	—	—	—	(+)	+—1	+—1	II

Accidental:

Andropogon ischaemum (4.: +), Eua—Subm H Centaurea scabiosa (1.: +), Eua TH Falcaria vulgaris (1.: +), Eu H Potentilla recta (5.: +)

Quercetea pubescentis

Subm—Em	Ch	Teucrium chamaedrys	1-2	2(3)	1-2	1-2	2	1-3	V
Eua—Kt	H	Bupleurum falcatum	+	+	+—1	+—1	—	+—1	IV

Accidental:

Eua H Fragaria vesca (4.: 1), Eua—Kt Th Melampyrum cristatum (3.: 1), Eua H Bromus inermis (2.: +), Kt H Campanula boloniensis (4.: +), Eua M Crataegus monogyna (4.: (+))

Table — Táblázat folytatása

No. of survey			1	2	3	4	5	A—D	K
Altitude above sea level			98	98	100	100	97		
Grade of coverage in the grass horizon			—	15	15	—	20		
Ibid. in the moss horizon			NO	NO	NO	O	SO		
Exposition			2°	5°	3°	5°	5°		
Slope angle									
<i>Quercetalia—Quercus-Fagetes species</i>									
Subm	H	Coronilla coronata	1	(+)	1—2	1—2	+	+—2	V
P	M	Cytisus austriacus	+	+—1	1—2	—	1	+—1	IV
Em—Subm	H	Crysanthemum corymbosum	+	—	—	+	—	+	II
Em	H	Coronilla varia	—	(+)	—	+—1	—	+—1	II
P—Subm	M	Rosa gallica	(+—1)	—	—	—	1	+—1	II
Eu	H	Trifolium alpestre	(+—1)	(+)	—	—	—	+—1	II
<i>Secalinetes—Chenopodietes species</i>									
Eua—Subm	TH	Echium vulgare	—	—	+	(+)	—	+	II
Eua—Kt	H	Euphorbia virgata	—	+	+	—	—	+	II
Accidental:									
Eua	TH	Melilotus officinalis (3.: +),							
Eu—Subm	Th—TH—H	Reseda lutea (2.: +)							
<i>Accompanying species</i>									
Eua—Kt	H	Achillea millefolium ssp. collina	1	(+)	+	+—1	+	+—1	V
Eua	H	Hypericum perforatum	+	(+)	+	+—1	+	+—1	V
P—Med	M	Cotinus coggygria	(+)	—	+	—	—	+	II
Eua	H	Euphorbia cyparissias	—	+	—	+—1	—	+—1	II
Subm	MM	Fraxinus ornus	—	(+)	(+)	—	—	(+)	II
Accidental:									
Eua—Subm	H	Dactylis glomerata (3.: (+))							
Place of survey:									
1—5 Tihany: Kis-erdő 15—16. VII. 1962.									

	I	I	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
<i>Tihany 1962.</i>												
Temperature, °C	0.4	0.6	2.4	12.6	15.2	17.8	19.9	23.0	16.4	12.3	5.2	-7.5
Precipitation/mm	42.9	20.2	47.5	15.4	42.2	22.1	101.3	9.7	39.4	17.4	145.9	27.8
1951—1960 mean values of 10 years												
Temperature, °C	0.0	0.6	5.1	11.3	16.1	20.1	21.9	21.5	17.6	11.9	6.1	2.6
Precipitation/mm	28	38	26	34	54	71	77	39	41	45	50	43

range of mountains and in knowledge of the results and opinion of Z. BARÁTH the following differential species can be demonstrated:

The presence of certain species: (*Orlaya grandiflora*, *Vinca herbacea*, *Convolvulus cantabricus*, *Crysopegon gryllus*, *Linum austriacum*, *Stipa pennata*, *Achillea millefolium* ssp. *pannonica*, *Silene otites* var. *pseudotites*, *Nonea pulla*, *Poa bulbosa*, *Bupleurum falcatum*, *Fragaria vesca*, *Bromus inermis*, *Campanula boniniensis*, *Coronilla coronata*, *Euphorbia virgata*, *Reseda lutea*, *Achillea millefolium* ssp. *collina*, the absence of others) i.e. the difference of A—D and K values in the common species made it possible to differentiate the *Stipetum stenophyllae pannonicum* stands from Tihany from the until now published other stands of the Hungarian central range of mountains (BARÁTH Z. 1964).

Differential species: *Bupleurum falcatum*, *Chrysopegon gryllus*, *Convolvulus cantabricus*, *Coronilla coronata*, *Orlaya grandiflora* and *Vinca herbacea*.

The higher participation of the submontane elements also demonstrates their percentual presence in the inland *Stipetum stenophyllae* stands increases in the central mountain range from NE towards SW.

Furthermore it is a conspicuous difference that while towards NE the number of forest-steppe species i.e. of Quercetea species increases, in the investigated area the Festucion, i.e. Festucetalian elements dominate percentually in higher rates.

According to these facts it seems necessary and reasonable to differentiate the stands collected in Tihany and its surroundings as they represent a subassociation separable also geographically. On the hand of the typical presence and of the comparatively high A—D and K values showing *Coronilla coronata* in it we nominated it: *Stipetum stenophyllae pannonicum coronilla-tosum coronatae*.

Analysing the flora element conditions of the association it can be established that in these the submediterranean (abt. 20 per cent) and the Eurasian elements (abt. 20 per cent) are dominating.

To demonstrate the flora element distribution of the association the following survey is offered:

	Alliance participation — Csoport részesedés, %	Alliance mass — Csoport tömeg, %
Kt	9.65	3.15
Kt—Eua	3.78	3.15
P	1.94	4.06
P—Pann	1.84	4.06
Pann—Balk	3.76	2.70
P—Subm	2.33	8.56
Subm	8.20	6.76
Subm—Em	19.10	5.86
Subm—Kt	3.15	0.90
Em	11.86	3.15
Em—Subm	0.42	4.50
Eu	0.25	1.35
Eu—Subm	0.02	0.45
Eua	10.97	21.63
Eua—Kt	20.40	23.42
Eua—Subm	1.27	4.95
Cp	1.06	1.35

In the structure of the association the hemikryptophyte species dominate but a significant part is played by the chamaephytes and geophytes elements (alliance participation: 8 per cent). The participation of the species belonging to the other life ranges from 1 to 2 per cent. The alliance — participation of trees and shrubs intruding from the *Cotinetum-Quercetum pubescentis balatonicum* surrounding the *Stipetum stenophyllae* is about 3 per cent. To present the life form conditions of the association the following survey is published:

	Alliance participation — Csoport részesedés, %	Alliance mass — Csoport tömeg %
MM	0.04	0.90
M	2.65	4.06
Ch	15.60	5.86
Ch—H	3.17	1.35
H	68.95	71.17
G	8.00	4.95
TH—H	0.16	3.60
TH	0.08	1.80
Th—H	0.02	0.45
Th—TH—H	0.02	0.45
Th	1.31	5.41

Stipetum stenophyllae pannonicum is followed in the course of succession by *Cotino-Quercetum pubescentis balatonicum* and subsequently by *Orneto-Lithospermeto Quercetum pubescenti-cerris*. On the habitat described above the succession of the association can be only followed until *Cotinetum-Quercetum pubescentis*.

REFERENCES

- BARÁTH, Z. (1963): Növénytakaró vizsgálatok felhagyott szőlőkben (*Földrajzi Ért.* **12** p. 314—357).
 BARÁTH, Z. (1964): Waldsteppenwiese, *Stipetum stenophyllae pannonicum*, im Ungarischen Mittelgebirge. *Annales Hist-Natur Musei Nat. Hung.* **56**, 215—227.
 Soó, R. (1959): Systematische Übersicht der pannonischen Pflanzengesellschaften II. (*Acta Bot. Hung.* **5**, 473—500).

ADATOK A TIHANYI-FÉLSZIGET SZTYEPEVEGETÁCIÓJA ÖKOLÓGIAI VISZONYAIHOZ

Összefoglalás

I. A mintavételi helyek és az analizált növényi cenózisok leírása.

Kárpáti István és Kárpáti Vera

Szerzők 1962. évi Kísérleti Ökológiai kutatásaik keretében cönológiai felvételezéseket végeztek a Tihany "Kiserdei" mintaterület *Stipetum stenophyllae pannonicum* gyepeiben. A felvételezett állományokat a hazai középhegység egyéb állományaival összehasonlítva és BARÁTH kutatási eredményeinek és véleményének figyelembe vételével a következőket állapították meg:

Bizonyos fajok jelenléte: (*Orlaya grandiflora*, *Vinca herbacea*, *Convolvulus cantabricus*, *Crypsogon gryllus*, *Linum austriacum*, *Stipa pennata*, *Achillea millefolium* ssp. *pannonica*, *Silene otites* var. *pseudotites*, *Nonea pulla*, *Poa bulbosa*, *Bupleurum falcatum*, *Fragaria vesca*, *Bromus inermis*, *Campanula bononiensis*, *Coronilla coronata*, *Euphorbia virgata*, *Reseda lutea*, *Achillea millefolium* ssp. *collina*, mások hiánya) illetőleg a közös fajok A—D és K értéke közötti különbség lehetővé teszi, hogy a tihanyi *Stipetum stenophyllae pannonicum* állományokat a Magyar Középhegység többi, eddig közölt (BARÁTH Z. 1964.) állományaitól elkülönítsük.

Differenciális fajok: *Bupleurum falcatum*, *Chrysopogon gryllus*, *Convolvulus cantabricus*, *Coronilla coronata*, *Orlaya grandiflora*, *Vinca herbacea*.

Mindezek alapján szükséges és indokolt a Tihany környékén felvett állományokat az eddig leirtaktól, mint geográfiailag is elkülöníthető subasociációt megkülönböztetni. A benne jellemzően előforduló és aránylag magas A—D és K értékű *Coronilla cornataróli*: *Stipetum cum coronilletosum coronatee*-nek nevezzük.

CONTRIBUTION TO THE ECOLOGY OF THE STEPPE VEGETATION OF THE TIHANY PENINSULA

II. WATER RETENTION CAPACITY OF SOME CHARACTERISTIC GRASS AND FORB SPECIES

JAN KVĚT and MILENA RYCHNOVSKÁ

Received: May 30th 1965

The structure of the plant communities described in the previous paper (KÁRPÁTI and KÁRPÁTI 1963) is a result of the interactions between the environmental conditions and the plants forming the communities. The direct effect of these interactions on the life functions of individual plants and populations results in an indirect effect upon their mutual relations. Presumably, competition for water is often the main form of interference between plants in the habitat of a steppe or a woody steppe. Therefore both the ability to survive a period of water stress and to make full use of water if it is available can be regarded as important physiological characteristics of plants occupying such habitats. The characteristics were studied with some grass and forb species typical of the Hungarian pannonic steppes and a comparison was made with some mesophytic plants. The rate of water loss from detached shoots under conditions is described and discussed in this paper. The next one will deal with the ability of the plants to restore their water balance after a certain water deficit has been induced.

Material and methods

Three series of measurements were carried out with plants from the locality Kiserdőtető on the Tihany Peninsula (Ti 1, 2, 3). For comparison, material from the psammophytic communities at Szentendre-Sziget (Se) and the woody steppes at the locality Csomád (Cs) was studied — each locality in a special series. The locality Kiserdőtető on the Tihany Peninsula has been described and characterized in the first paper of this series (KÁRPÁTI and KÁRPÁTI 1965). The water loss was investigated with parts of shoots weighing approximately 350 to 500 mg each (fresh weight). Morphological characteristics and origin of the plant material used seem to have some importance for the evaluation of the results. The list of the plant species studied and their parts used in the respective trials (quoted in abbreviations of localities) is as follows:

Agropyrum intermedium, greyish form: 1-3 culm leaves

Agropyrum intermedium, green form: 1-3 culm leaves

Andropogon ischaemum: 1-2 whole sterile shoots without the oldest leaves

Brachypodium pinnatum: Apical part of the sterile shoot

Brachypodium silvaticum: Apical part of the sterile shoot

- Chrysopogon gryllus*: 3—5 basal leaves with tips getting dry
Cynodon dactylon: Apical part of a sterile shoot
Dactylis glomerata: 3 basal leaves of different age
Festuca vaginata: 3—6 basal leaves without their bases, some of the tips getting dry
Festuca valesiaca: a group of 10—15 basal leaves without their bases
Koeleria glauca: a group of basal leaves with parts of their swollen bases
Koeleria gracilis: 2—4 basal leaves of different age
Lolium perenne: 5—10 basal leaves of different age
Melica ciliata: apical part of a sterile shoot
Melica transsilvanica: apical part of a sterile shoot
Phleum boehmeri: 3—5 basal leaves with tips getting dry
Stipa capillata: 2—4 basal leaves, bases and dry tips removed
Stipa joannis: 2—4 basal leaves, bases and dry tips removed
Stipa pulcherrima: 2 basal leaves
Stipa stenophylla: 2—4 basal leaves, bases and dry tips removed
Adonis vernalis: Apical part of a sterile shoot
Achillea kitaibeliana: Apical part of a sterile shoot
Alkanna tinctoria: 2 basal leaves with their lower parts removed
Allium flavum: stem leaves taken from an inflorescent plant, leaf tips getting dry
Artemisia austriaca: apical part of a sterile shoot
Astragalus onobrychis: 1 leaf
Bupleurum falcatum: 2 basal leaves
Convolvulus cantabricus: leaves on a stem segment heaving a bud
Coronilla coronata: 3 leaves
Cytisus austriacus: apical part of a sterile shoot
Euphorbia gerardi: 2 apical parts of sterile shoots
Helianthemum nummularium: stem segment with several leaves
Inula oculus-Christi: 1 basal leaf
Jurinea mollis: part of a basal leaf
Linaria genistifolia: stem segment with several leaves
Pulsatilla nigricans: part of a large leaf
Stachys recta: apical part of a sterile shoot (Ti, Se), stem segment with several leaves (Cs)
Teucrium chamaedrys: apical part of a sterile shoot
Vinca herbacea: apical part of a sterile shoot.

In each case vigorous plants were used. Immediately after the shoots were transferred to the laboratory they were saturated with water (bases immersed in water, saturated atmosphere, darkness) for 12 to 14 hours; this treatment made them fully turgid. After the initial weighing the parts of the shoots chosen for the experiment were left in a natural position in an incubator. The water loss was then determined by weighing after 3, 10, 30 and 60 minutes; after that every hour upto 8 hours from the initial weighing. The temperature in the incubators was 27 to 30 °C (Ti 1, 2, 3) or 24 to 26 °C (Se, Cs). After the end of each experiment the shoot parts used were dried at 105 °C and weighed. The water content at each weighing during the experiment was expressed as a percentage of the dry weight. Torsion balances were used, the accuracy of weighing being 1 mg.

Experimental results

The results are presented in graphs in which the water-saturated plant material is assumed to have 100% water content (= no water deficit); the subsequent gradual water loss is expressed as changes in percentage of this initial full saturation. The ordinate indicates the water content (left scale) as well as the water deficit (right scale) of the plant material and is plotted against the time of drying in the incubator. $T/2$ is the time taken for the water content to be reduced by 1/2. This value is used as a comparative characteristic of the water-retention capacity of the plants investigated.

I. Curves of water loss

The plants examined can be divided into several groups according to the shape of their water-loss curves.

A) Grasses

1. *Lolium perenne*-type: *Lolium perenne*, *Dactylis glomerata*. These mesophytic grasses were studied for comparison with the xerophytic species and were sampled at the edges of the steppe localities.

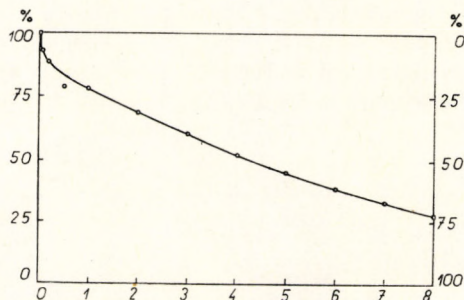


Fig. 1. Water-loss curve obtained with a shoot of *Lolium perenne* from the locality Ti. The initial water content of fully watersaturated shoots has been taken as 100%. Abscissa: time in hours. Ordinate: water content of the shoots expressed as percentage of full saturation (left scale) and as the corresponding water deficit (right scale)

The water loss is rather rapid for the first 5 to 10 minutes, afterwards it falls and becomes nearly linearly related to time. $T/2$ lies between 3.5 and 5 hours. The water loss curve of *Lolium perenne* in the experiment Ti 3 is a good example of this type (fig. 1). The change in the slope of the curve is presumably connected with the transition from stomatal to purely cuticular transpiration.

2. *Brachypodium*-type: *Brachypodium pinnatum*, *Brachypodium silvaticum*. *Brachypodium silvaticum* was also tested for comparison with the steppe species. It was sampled in a wood near Tihany in the experiment Ti 3, at a wood edge near Vácrátót in the experiment Se and in the Vácrátót Botanical garden in the experiment Cs. The water-loss curves of both *Brachypodium* species show a steeper initial phase. As with *Lolium* and *Dactylis* this greater rate of

water loss will be due to stomatal transpiration. The subsequent course of the curves varies, however, with the origin of the plants tested. Those coming from a habitat with a more favourable water regime (and also a more shaded one) seem to lose water more rapidly than plants grown up in a relatively drier

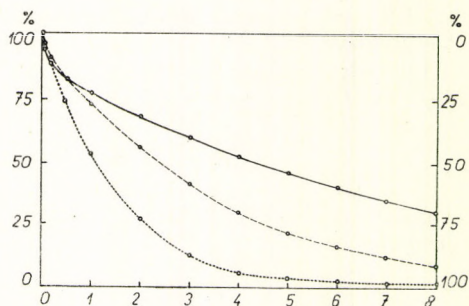


Fig. 2. Water-loss curves obtained with shoots of *Brachypodium silvaticum* from the localities Cs (—), Se (---) and Ti (...). Explanations as for Fig. 1.

(and also lighter) habitat. Curves of water loss from *Brachypodium silvaticum* in the experiments Ti 3, Se, Cs (Fig. 2) demonstrate this relationship. The last curve is in fact of the same shape as that of the *Lolium*-type.

3. Xerophytic grasses: All the other grass species tested belong to this group. The initial higher rate of water loss, presumably through the stomata, may occur as with *Melica ciliata* Ti 3 (Fig. 3) and with *Melica transsilvanica*,

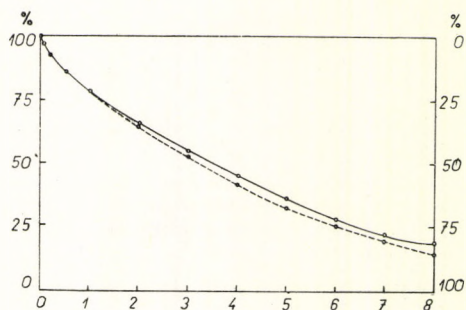


Fig. 3. Water-loss curves obtained with shoots of *Melica ciliata* (—) and of *Stipa capillata* (---) from the locality Ti. Explanations as for Fig. 1.

but often it need not appear at all. In most cases, however, the rate of water loss decreases after some time. The regulation is most probably due to morphological changes of the grass leaves, *i.e.* their folding or rolling together. These adjustments are never as effective as those reducing the water loss from grasses of the *Lolium* type: T/2 of the xerophytic grasses, 1 to 4 hours, is consistently smaller than with the first grass group. The water-loss curve of *Stipa capillata* Ti 2 (Fig. 3) is a good example of the performance of the xerophytic grasses. With one species the shape of the curves may be more or less the same regard-

less of the plants origin such as with *Stipa joannis* in experiments Ti 2, Se, Cs (Fig. 4). Other xerophytic grasses such as *Phleum boehmeri* seem to have different rates of water loss according to their habitat. They are more resistant to desiccation when growing in drier conditions (*Phleum boehmeri* Se, fig. 5) than when coming from a relatively moister habitat (*Phleum boehmeri* Ti 2 or Cs, fig. 5). As an example showing no active regulation of the amount of water evaporated, the water-loss curves of *Chrysopogon gryllus* (Fig. 6) may be

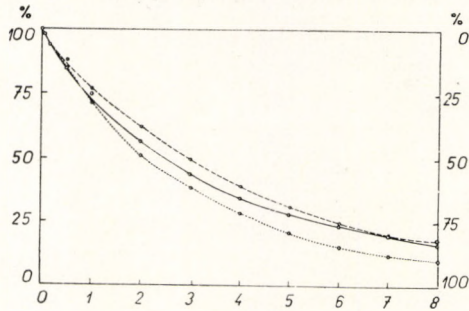


Fig. 4. Water-loss curves obtained with shoots of *Stipa joannis* from the localities Se (---), Cs(—) and Ti (...). Explanations as for Fig. 1.

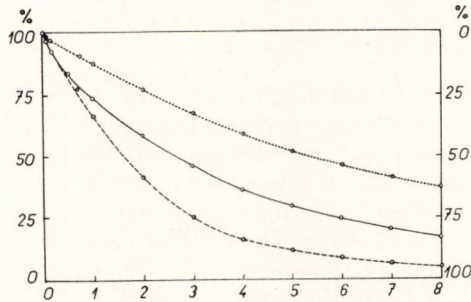


Fig. 5. Water-loss curves obtained with shoots of *Phleum boehmeri* from the localities Se (...), Cs (—) and Ti (---). Explanations as for Fig. 1.

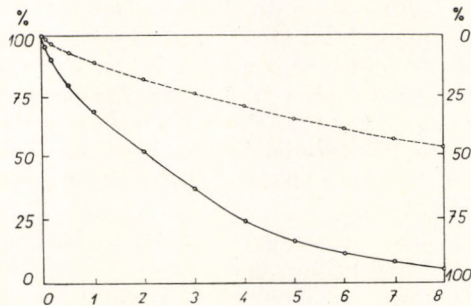


Fig. 6. Water-loss curves obtained with shoots of *Festuca vaginata* Se (---) and *Chrysopogon gryllus* (Ti (—)). Explanations as for Fig. 1.

used. *Festuca vaginata* (Fig. 6) seems to have a special position among the grasses investigated: its water-loss curves resemble those of forb semi-succulents such as *Allium flavum* (see further).

B) Semi-succulents

These are plants storing water in their shoots and their rate of water loss by either stomatal or cuticular transpiration is quite small. Their ability to store water may vary considerably. Therefore the fact that the water content

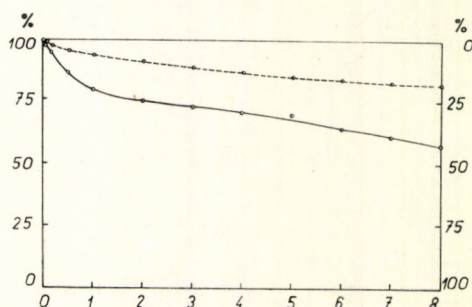


Fig. 7. Water-loss curves obtained with shoots of *Euphorbia gerardi* Se (— — —) and *Jurinea mollis* Ti (—). Explanations as for Fig. 1.

in their shoot parts tested did not fall to 50% even after 8 hours of drying in incubator (This means $T/2$ being greater than 8 hours) has been used as a criterion for classifying a plant as belonging to this type. Out of the grasses studied *Festuca vaginata* (Fig. 6) falls here, among the forb semi-succulents *Euphorbia gerardi* possessed the highest water-storing capacity (Fig. 7), followed by *Allium flavum*, *Linaria genistifolia*, *Bupleurum falcatum* and *Jurinea mollis* (Fig. 7). The last species may be regarded as transitional to the next type of forbs having a high water-retention capacity.

C) Forbs

1. Forbs with a high water-retention capacity: The initial rather rapid water loss is again supposed to be due to stomatal transpiration. Its rate decreases after 10 to 30 minutes presumably because of the closure of stomata. $T/2$ of adult plants may vary from 6 to 8 hours. *Teucrium chamaedrys* is characteristic of this forb group (Fig. 8). From the other species tested *Convolvulus cantabricus* and *Achillea kitaibeliana* belong here too. Their water-loss curves are similar to these of the mesophytic grasses *Lolium perenne*-type, but their $T/2$ is usually greater.

2. Forbs with a medium water-retention capacity: Their rate of water loss is higher than in the first group. This holds even if purely cuticular transpiration is assumed to be going on. Therefore the water-loss curves of these plants — although similar in shape — are steeper than with the more desiccation-resistant forbs of the previous type. Their shoots usually start on wilting at

about 40% water deficit, $T/2$ varies from 2.8 to 6.5 hours, most frequently being 3 to 4 hours. *Stachys recta* (Fig. 8) is a species typical of this group. This group of species tested comprises also *Adonis vernalis*, *Artemisia austriaca*, *Helianthemum nummularium*, *Pulsatilla nigricans* and *Vinca herbacea*. The

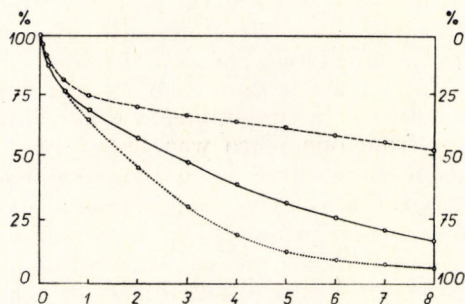


Fig. 8. Water-loss curves obtained with shoots of *Teucrium chamaedrys* (---), *Stachys recta* (—) and *Inula oculus Christi* (...) from the locality Ti. Explanation as for Fig. 1.

shoots of *Vinca herbacea* are shaded by taller herbs and this species may form a transition to the next type of forbs.

They dry and wilt quite rapidly; $T/2$ is only about 2 hours out Among the plants tested only *Alkanna tinctoria* and *Inula oculus-Christi* (Fig. 8)

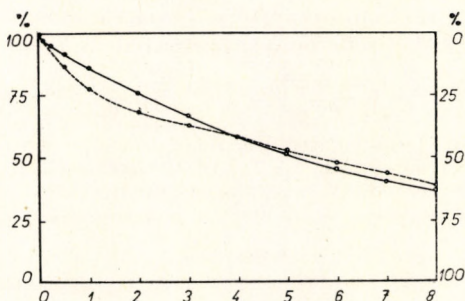


Fig. 9. Water-loss curves obtained with shoots of *Astragalus onobrychis* Se (—) and *Cytisus austriacus* Ti (---). Explanations as for Fig. 1.

have been found to fall into this group. They are plants with deep tap-roots — therefore they will be well supplied with water under natural conditions.

4. Leguminous herbs: They are regarded as forming a special group: their water loss seems to be at first controlled by stomata and afterwards also by gradual folding of the leaflets. In spite of their relatively delicate anatomical structure they dry out quite slowly: $T/2$ lies between 5 and 7 hours. The assumed stomatal regulation of water loss was hardly to recognize in some experiments (e.g. *Astragalus onobrychis* Se, Fig. 9) and it did occur in others (e.g. *Cytisus austriacus* Ti, Fig. 9). Besides the two species already mentioned *Coronilla coronata* was the third leguminous species studied.

II. Quantitative evaluation of results

$T/2$ is a quantitative characteristic that may be used when comparing the results. It does not characterize the mechanism of water loss but it expresses the final effect. For ecological purposes this seems to be more important than separate estimations of stomatal and cuticular transpiration that have been most often used in similar studies. In view of the fact that the experiments were carried out at two places and under different conditions in the incubators only $T/2$ values within each experiment can be compared directly. Comparison between the experiments would be possible if standard plant material coming from one place was tested together with the other shoots in each experiment. However, it was not possible to have such a material. In an attempt to off-set this disadvantage to some extent the $T/2$ -values obtained in different experiments have been expressed as percentages of $T/2$ of those species whose water-loss curves are of the same form regardless of the plants habitat and whose differences in $T/2$ reflect differences in the incubators and time of measurements. For grasses, species chosen as standards are: *Chrysopogon gryllus* (see Fig. 6), $T/2$ between 1.65 and 2 hours, according to the locality and incubator; *Stipa joannis* (Fig. 4), $T/2$ 1.55 to 3 hours; *Lolium perenne* (Fig. 1), $T/2$ 4.25 to 4.75 hours (its value in Se being used also for the Cs experiment). *Astragalus onobrychis* (Fig. 9), $T/2$ from 5.25 to 6 hours and *Teucrium chamaedrys* (Fig. 8), $T/2$ approximately 8 hours in all experiments, have been taken as standards for the forbs. In this way fairly comparable figures have been obtained. The plants studied in each experiment have been divided into 4 categories according to the length of their $T/2$ expressed as percentage of the $T/2$ of the standard species. These categories and the results of all experiments by using this scheme are presented in Table 1.

Table 1 — 1. Táblázat

Categories of plants studied and the relative value of their $T/2$ expressed as percentage of the $T/2$ of the standard species
 A vizsgált növények osztályozása és átlagos $T/2$ értékeik a standard faj $T/2$ értékének százalékában

Category of $T/2$ duration — $T/2$ időtartama szerinti osztályozás	Relative value of $T/2$ — $T/2$ relatív értéke				Graphical symbol used — Alkalmazott grafikus jel
	for grasses — fűvek		for forbs — más lágyszárúak		
	% <i>Chrysopogon gryllus</i> and <i>Stipa joannis</i>	% <i>Lolium perenne</i>	% <i>Astragalus onobrychis</i>	% <i>Teucrium chamaedrys</i>	
Short — Rövid	≤ 89	≤ 34	≤ 39	≤ 29	.
Medium — Közepes ..	90—119	35—64	40— 74	30—54	—
Long — Hosszú	120—179	65—84	75—119	55—79	+
Very long — igen hosszú	≥180	≥85	≥120	≥80	++

There is generally a close agreement between the results obtained with the same species coming from the same habitat as compared to different standards. Some cases of disagreement lie near to the boundaries between the categories of $T/2$. The heterogeneity of the experimental material is responsible for this; the aim of having 2 or 3 standard species for comparison was to

reduce its influence. Some species may show different values of $T/2$ according to their habitat (e.g. *Phleum boehmeri*, *Festuca valesiaca*, *Brachypodium silvaticum*, *Stipa capillata*, *Stachys recta*) while $T/2$ is relatively constant with others of them (e.g. *Chrysopogon gryllus*, *Stipa joannis*, *Astragalus onobrychis*).

Discussion

First, it ought to be stressed that all the data presented in this paper are results of short-time observations. Thus the conclusions drawn from them should be regarded more as suggestions for further investigation. They may be also taken as information useful in ecophysiological comparisons between plants characteristic of steppe communities in various regions.

The experiments described were carried out in July 1962. At that time the conditions were driest at Szentendre, fairly dry at Csomád and relatively moist at Tihany. (The data on rainfall are presented in the following paper.) This fact seems to explain the differences in rate of water loss found with several grass species such as *Agropyrum intermedium*, *Koeleria gracilis*, *Phleum boehmeri* and with some forbs such as *Stachys recta* and *Cytisus austriacus*. It is worth mentioning that these species are not entirely confined to steppe ecotopes. They show an appreciable ecological amplitude and among the xerophytic grasses their physiology and occurrence approaches most nearly that of the mesophytes like *Lolium*. *Agropyrum intermedium* and *Koeleria gracilis* also show a marked phase of active transpiration as seen from their curves of water loss. On the other hand, the performance of entirely xerophytic grasses, such as *Chrysopogon gryllus*, *Stipa capillata*, *S. joannis*, and forbs like *Astragalus onobrychis* and *Teucrium chamaedrys* appears to be the same at all localities studied. The amount of information on other plant species is not enough to allow for making comparisons. However, a general review of their water-loss curves and $T/2$ -values shows that the shoots of herbs growing in dry habitats may behave in four different ways if subject to drying without any water supply:

a) The plants maintain a high water content in their tissues for an appreciably long time. This applies to succulent and semi-succulent herbs.

b) The plants reduce their transpiration soon after the beginning of drying, presumably by closing their stomata. After that their purely cuticular transpiration depends upon the anatomical structure of the plants. Those coming from drier habitat are usually more resistant to desiccation. This was the case with more or less mesophytic species among grasses while with the water-retention capacity of the forbs studied is proportional to their occurrence in xeric habitats.

c) The plants do no control their active water loss as their stomata seem to have lost most of their regulating function. Some decrease in transpiration rate may be achieved by folding or rolling together the leaves at a later stage of desiccation. This applies to xerophytic grasses among which the species occurring in most extreme habitats showed a relatively high rate of water loss in the experiments described (e.g., *Stipa stenophylla*, *S. pulcherrima*). However, this phenomenon may not be typical as both these species were sampled in an ecotope that was also rather atypical being well supplied with water in the year 1962. On the other hand, a high rate of desiccation need not imply a high susceptibility to damage by drought. This holds with a great many

cryptogamic plants of which the lichens seem to be among the hardiest ones. They possess no active regulation of water loss and their water-loss curves (see RIED 1960) appear to be similar in form to those of the xerophytic grasses.

d) The plants do not reduce the water loss from their leaves at all. Herbs having deep root systems have behaved like this.

There are no sharp boundaries dividing these four types of plant behaviour. The properties of both types *b)* and *c)* may be found even with the same species of leguminous herbs. Their folding of the leaflets seems to be an additional protection against water loss. There will be quite appreciable physiological differences within the foliage of one plant according to the age and position of the leaves (see SLAVÍK 1955, FELFÖLDY 1955); this complication has been avoided as much as possible by testing vigorous but mature vegetative shoot parts.

If an attempt is to be made at explaining the relative value of each type of behaviour for plants in steppe conditions the answer is obvious with the types *a)* and *d)*. The plants with the former are successful owing to their high water-retention capacity and a specialized metabolism. With the latter the plants' success is due to their deep roots and consequently uninterrupted adequate water supply.

The types *b)* and *c)* appear to be in an equilibrium in many steppe communities of Central Europe. The explanation seems to be that plants actively regulating their stomatal transpiration (type *b)*) thrive under favourable water condition while in longer day periods their stomata are closed most of the time and do not allow for sufficient gas exchange and assimilation. Plants of the type *c)*, on the other hand, seem to be specialized for xeric conditions. Their half-open stomata enable them to assimilate even under a water stress as has been described by STOCKER (1956). In moist periods, however, their assimilation rate falls below that of the type *b)*. The most probable explanation is their inability to increase their rate of gaseous exchange, but there may exist also some unfavourable consequences of excessive water supply on their metabolism.

The changeable weather in Central Europe thus enables the existence of a dynamic balance between both types. For many of the xerophytic grasses Central European conditions seem to be too humid in some years. In 1962, owing to the relatively rainy spring weather, grasses of the type *c)* appear to have developed their anatomical features bringing about control of water loss less fully than usual, and so in the subsequent dry period in late summer there arose a paradoxical situation of drought damage to some of these grasses although their origin and geographical distribution indicate adaptation to extremely dry conditions. The rapid water loss of *Stipa stenophylla* in the experiments described can be explained on the basis of these assumptions. Later on in 1962 this species appeared to be damaged by drought in Czechoslovakia in habitats analogous to those in Hungary.

Finally, it ought to be pointed out that the problems studied and explanations suggested need further verification. Investigations should be directed especially toward the study of stomatal regulation and photosynthesis of xerophytic plants at different levels of water saturation. The after-effects of drought on the rates of respiration and photosynthesis of various steppe plants should also be evaluated. Such after-effects have already been shown to play a decisive role in the competition between desiccation-resistant lichens

(RIED 1960, SMITH 1962). All these problems are going to be studied later. As far as water relations themselves are concerned, the reversibility of various degrees of water loss seems to be of great importance for the success of xerophytic grasses in a steppe community. The next paper of this series will deal with this physiological characteristic of theirs.

Summary

The rate of water loss from shoot parts of 38 various grasses and forb species growing in steppe communities during an 8 hours' drying under constant conditions in incubators was studied. Plants from the steppe community near Tihany were compared with those from Szentendre-Sziget and Csomád. The shape of their water-loss curves and the time needed for decreasing the water content by 50% (T/2) are used for characterizing the water-retention capacity of the plants. Finally, four kinds of adaptation to desiccation have been found to be operating in the plants studied: high water-storage capacity characterizes the succulents and semi-succulents; active control of rate of water loss is characteristic of xerophytic forbs and mesophytic grasses; most of the xerophytic grasses possess little or no active control of their rate of water loss and their drought-resistance is to be explained in some other way; deep-rooted xerophytes are well supplied with water and their leaves have no protection against water loss. The relative value of each of these types of behaviour for the plants in Central European steppe communities is discussed.

Jan Květ és Milena Rychnovská

Összefoglalás II.

1. Szerzők vizsgálták a tihanyi félszigeten levő Kis Erdőtetőn (Ti) a pusztai növény-szövetkezetek jellemző növényeinek vízleadókéességét. Összehasonlításképpen hasonló vizsgálatokat végeztek Csomádon (Cs) és a Szentendrei-szigeten (Sz).

2. Kiszáradási görbe metodikáját alkalmazták és ezt konstans feltételek mellett végezték. A vízzel telített földfeletti részeket termosztátban hagyták kiszáradni. A víz-vesztésüket súlyméréssel állapították meg. Mértékegységül a T/2 érték nagysága szolgált, ami azzal az idővel egyenlő, mely alatt a növények víztartalmuk 50%-át elveszítik.

3. Összehasonlításként standard fajok szolgáltak, melyekre az eredményeket vonatkoztatni lehetett az egyes szériákon belül.

4. A kiszáradási görbék alapján a vizsgált növényeket a következő csoportokba sorolhatjuk:

A) Fűvek: *Lolium perenne* típus — intenzív sztomatális és lassúbb kutikuláris transzspiráció.

Brachypodium típus — kezdeti gyors vízleadás után a növény előnevelésétől függő lassúbb kutikuláris vízleadás.

Szárazságtűrő típusa — a sztomatális és kutikuláris fázis csak határozatlanul különíthető el, de a párolgás a levél morfológiai változásai révén szabályozott.

B) Szukkulensek. Nagy vízmegtartó képességű kétszikű növények.

C) Szárazságtűrő kétszikűek: kiszáradás-ellenálló kétszikűek típusa határozott sztomatális és lassú kutikuláris fázissal. Kevésbé ellenállóképes kétszikűek, melyek a kutikuláris fázisban is gyorsan veszítik vizüket.

Gyorsan kiszáradó növények — melyeknél a kipárolgás fékezésének hiányát hosszú gyökérszövet kompenzálja: Papilionaceae — Egyes pillangósvirágúaknál a vízleadást a légcserenyílás szabályozása mellett a levelek összesimulása is szabályozza.

5. Az itt leírt típusok eredményes egymásmellett élése Közép-Európa váltakozó időjárásának ismeretében érthető meg, mely elősegíti, hogy dinamikus egyensúly álljon

Table 1

Estimation of the water-retention capacity of all the steppe grasses and forbs tested.
 The T/2-values for each species and locality are classified on the bases of comparisons between the plants tested and the species taken as standards.
 For further explanation see text

	% Lolium perenne				% Chrys. gryl.				% Stipa joannis				% Astrag. onob.			% Teucrium cham.		
	Ti 2	Ti 3	Se	Cs	Ti 2	Ti 3	Se	Cs	Ti 2	Ti 3	Se	Cs	Ti 1	Se	Cs	Ti 1	Se	Cs
Agropyrum intermedium greyish form	-	-		++	-	-		++	+	-		++						
Agropyrum intermedium green form	+	-			+	-			+	-								
Andropogon ischaemum	+	-	++	+	+	-	++	+	+	-	+	+						
Brachypodium pinnatum ...	-								
Brachypodium silvaticum	-	++	.	.	+	++		.	.	+						
Chrysopogon gryllus	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	.	.						
Cynodon dactylon			+				+											
Dactylis glomerata	++	++			++	++			++	++								
Festuca vaginata			++				++											
Festuca valesiaca	+	-		-	+	+		-	+	+								
Koeleria glauca			+				++											
Koeleria gracilis	-	-		++	-	-		++	-	-								
Lolium perenne	++	++	++	++	++	++	++		++	++	+							
Melica ciliata	++	++			++	++			++	++								
Melica transsilvanica				++				++										
Phleum boehmeri	-	-	++	-	-	-	++	+	-	-	+	-						

<i>Stipa capillata</i>	+	-	.	+	+	-	.	+	+	-	.	+							
<i>Stipa joannis</i>	-	-	-	-	-	-	++	-	-	-	-	-							
<i>Stipa pulcherrima</i>	-	.			-	.			-	.									
<i>Stipa stenophylla</i>	-									
<i>Adonis vernalis</i>													-						
<i>Achillea kitaibeliana</i>														+					+
<i>Alkanna tinctoria</i>
<i>Allium flavum</i>													++						++
<i>Artemisia austriaca</i>													-						-
<i>Astragalus onobrychis</i>													+	+	+			+	+
<i>Bupleurum falcatum</i>													++					++	
<i>Convolvulus cantabricus</i> ...													++					++	
<i>Coronilla coronata</i>													+					+	
<i>Cytisus austriacus</i>													+	++				+	++
<i>Euphorbia gerardi</i>														++					++
<i>Helianthemum nummularium</i>													-					-	
<i>Inula oculus-Christi</i>	
<i>Jurinea mollis</i>													++					++	
<i>Linaria genistifolia</i>													++					++	
<i>Pulsatilla nigricans</i>													-					-	
<i>Stachys recta</i>													-	+	+			-	+
<i>Teucrium chamaedrys</i>													++	++	++			++	++
<i>Vinca herbacea</i>													-					-	

elő a szárazságtűrő, kiszáradás-ellenálló és mezofiton típusok között. Az előbbieket a száraz időszakokban károsodás nélkül élnék, nedvesebb időben azonban fotoszintézisük elmarad a kevésbé ellenálló fajok fotoszintézise mögött. Ugyanakkor a mezofitonok a nedvesebb időszakot használják ki, míg az esztendő szárazabb szakaszaiban károsodnak.

REFERENCES

- FELFÖLDY, L. (1955): A letépett lomblevél kiszáradásmenetének élettani vizsgálata. (Physiological experiments on the desiccation rate of detached leaves.) — *Annal. biol. Tihany* **23**, 111–154.
- KÁRPÁTI, V. and KÁRPÁTI, I. (1965): Contribution to the ecology of the steppe vegetation of the Tihany Peninsula. I. Description of the sample area and of the plant coenosis analysed. — *Annal. Biol. Tihany* **32**, 265–274.
- RIED, A.: Stoffwechsel und Verbreitungsgrenzen von Flechten. II. Wasser- und Assimilationshaushalt, Entquellungs- und Submersionsresistenz von Krustflechten benachbarter Standorte. — *Flora* **149**, 345–385.
- SLAVÍK, B. (1955): K dynamice vodního deficitu rostlin. (Über die Dynamik des Wasserdefizits der Pflanzen.) — *Preslia* **27**, 124–153.
- STOCKER, O. (1956): Die Abhängigkeit der Transpiration von den Umweltfaktoren. *Encyclopedia of Plant Physiology*, Vol. III., Berlin.
- SMITH, D. C. (1962): The biology of lichen thalli. — *Biological Reviews* **37**, 537–570.

CONTRIBUTION TO THE ECOLOGY OF THE STEPPE VEGETATION OF THE TIHANY PENINSULA

III. ESTIMATION OF DROUGHT RESISTANCE BASED ON THE SATURATION OF WATER DEFICIT

MILENA RYCHNOVSKÁ and JAN KVĚT

Received: May 30th 1965

Introduction

The evaluation of the water-loss curves obtained with shoots of characteristic steppe plants growing at Kiserdőtető on the Tihany Peninsula has revealed differences in the water-retention capacity of some xerophytic grass species (KVĚT and RYCHNOVSKÁ 1963). These differences seem to be somewhat paradoxical at first sight: curves obtained with shoots of typically continental species, such as *Stipa stenophylla*, *S. pulcherrima*, *S. joannis*, indicate a lower resistance to desiccation than that found in some subboreal-submeridional (*Koeleria gracilis*) to mediterranean-oceanic (*Chrysopogon gryllus*) species. The water-retention capacity of the continental species did not exceed that of some mesophytic grasses such as *Brachypodium silvaticum*. If the shape of the water-loss curves were used as one of the criteria of drought resistance (CETL 1953, SLAVÍK 1958) then, in this particular case, it would contradict the phytogeographical and phytocenological characteristics of the species studied. For this reason, an attempt has been made to apply a different criterion of drought resistance. This criterion, the reversibility of water deficit, has already been successfully applied in an earlier study (RYCHNOVSKÁ 1962).

Materials and method

As in the previous paper of this series, the plants studied were from the steppe community at Kiserdőtető on the Tihany Peninsula (Ti). The performance of the following grass species was investigated:

Stipa capillata

Stipa joannis

Stipa stenophylla

Stipa pulcherrima

Melica ciliata.

Andropogon ischaemum

Chrysopogon gryllus

Agropyrum intermedium

Koeleria gracilis

In order to avoid spurious results even in a short-term investigation of this nature, experiments were also carried out with analogous plant material coming from the drier localities of Csomád (Cs) and Szentendre-Sziget (Se).

With all the species tested there were 2 to 5 replicates in each experiment. The experimental procedure was as follows: Shoots of the species investigated were sampled at the site in the early morning after heavy rain and were trans-

ferred to the laboratory in a polythene bag. On arrival, the leaves were kept in darkness with their bases in water, in a water-saturated atmosphere. After two hours of this treatment the leaves were fully saturated with water and turgid. Separate leaves were then dried in an incubator at 28° to 30° C for periods ranging from 0 to 9 hours to induce different degrees of water deficit. Samples of the leaves to be tested were taken out from the incubator at two-hourly intervals and segments 2.6 mm long were cut from the leaves with 2 razor-blades mounted parallel to each other.

The segments were then placed in a row on a special plexiglass frame. To supply the leaf segments with water polyurethane foam wetted to its full water-capacity was attached to the cut surfaces. This experimental arrangement has already been proved and described in earlier papers (RYCHNOVSKÁ et BARTOŠ 1962, RYCHNOVSKÁ 1963). The saturation of the leaf segments was carried out in darkness at ambient temperature for 2 hours. The water deficit was determined by accurate weighing on analytical balances. The leaf segments placed on the frames were weighed both before and after saturation and finally, they were dried at 105° C to constant weight and their dry weight determined.

The water deficit and its saturation have been expressed as a percentage of the fully turgid state (= 100%) at the beginning of the experiment. The arrangement of the whole experiment was similar to that described in an earlier paper. Plants from the localities Cs and Se were treated in the same way as those from Ti except that the material had been sampled a day before the experiments. To fully saturate these leaves they were left with their bases in water, etc. (see above) overnight, *i.e.* for 14 hours.

Experimental results

The results are presented in *figures 1 to 9*. The curves showing the saturation of water deficit plotted against the water deficit induced can be divided into two distinct groups.

1. *Stipa-type*. The first type of curve is characteristic of plants whose leaf segment never reach a higher water content than that of saturated and turgid intact leaves. An increasing water deficit is fully reversible until a certain value is reached, beyond which the wilted segments do not become fully saturated; this effect increases with increasing water deficit of the species tested such a relationship holds for *Stipa stenophylla*, *S. pulcherrima*, *S. joannis*, *S. capillata*, *Melica ciliata*, and *Andropogon ischaemum*.

2. *Chrysopogon-type*. The second type of water-saturation curve is characteristic of plants whose leaf segments cannot increase their water content directly, *i.e.* if cut from fully turgid leaves immediately placed on the frames and supplied with water through the cut surfaces. However, if a water deficit is induced it is possible to cause the treated segments to take up more water than was lost during drying (see *Fig. 5*). Between 15 and 50% of water deficit (dependent on species and habitat) this effect reaches a maximum. Further increase in the water deficit seems to cause irreversible changes in the plant tissues with the same consequences as described for the *Stipa-type*. This relationship suggests that in the *Chrysopogon-type* a higher water-holding capacity of the leaf tissues can be induced by water stress. Of the species tested this kind of relationship holds good for *Chrysopogon gryllus*, *Agropyrum inter-*

medium, *Koeleria gracilis*, *Festuca vaginata* and the water-saturation curves are similar for mesophytic grasses such as *Dactylis glomerata* and *Brachypodium silvaticum*.

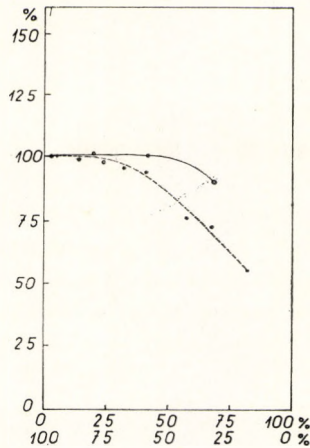


Fig. 1. Water-saturation curves obtained with leaf segments of *Melica ciliata* (—) and *Stipa stenophylla* (---) from the locality Ti. The initial water content of the leaf segments has been taken as 100%. Abscissa: water deficit (upper scale) and the corresponding water content of the leaf segments expressed as percentage of their dry weight (lower scale). Ordinate: water content of the leaf segments after saturation of 2 hours expressed as percentage of the initial water content

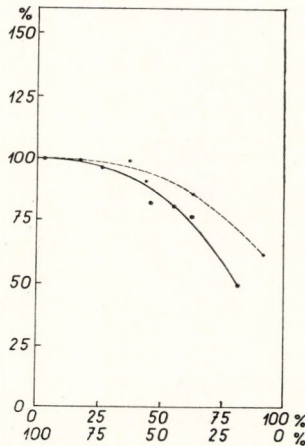


Fig. 2. Water-saturation curves obtained with leaf segments of *Andropogon ischaemum* (---) and *Stipa pulcherrima* (—) from the locality Ti. Explanations as for Fig. 1.

Discussion and conclusions

The aim of this study has been to throw some light upon the water relations of some grass species characteristic of the steppe communities at Kiserdötetö. It is not within the scope of a short-term study to show the sea-

sonal dynamics of any physiological process or its dependence upon varying weather conditions; nor can the ecological significance of the water relations be shown. However, a short-term study can indicate from a certain standpoint some specific characteristics that account for the presence of the plants inves-

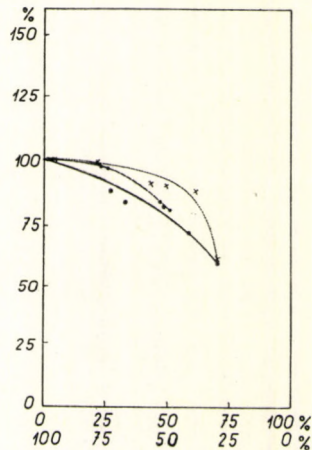


Fig. 3. Water-saturation curves obtained with leaf segments of *Stipa capillata* from the localities Se (...), Cs (---) and Ti (—). Explanations as for Fig. 1.

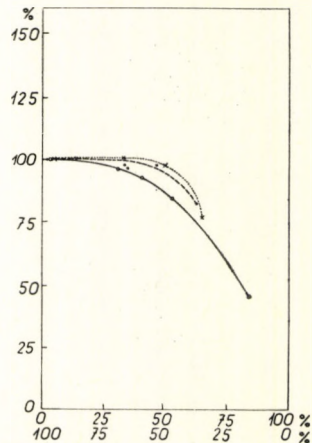


Fig. 4. Water-saturation curves obtained with leaf segments of *Stipa joannis* from the localities Se (...), Cs (---) and Ti (—). Explanations as for Fig. 1.

tigated in the Pannonian steppe communities where, by Central European standards, the environmental conditions appear to be relatively severe.

With the plants studied several mechanisms of drought resistance have been found. It has been found that the water deficit is reversible to a great extent in all the species tested. In those plants having the *Stipa*-type of water-saturation curves a normal water deficit does not cause any particular

changes: the plants can bear the water stress and recover to their original vigour when supplied with sufficient water. All the *Stipa*-species tested, *Andropogon ischaemum* and *Melica ciliata* seem to possess such properties.

The physiological properties of naturally growing plants and their communities reflect the environmental conditions in their habitats; therefore

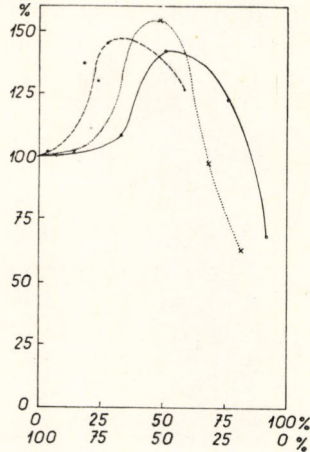


Fig. 5. Water-saturation curves obtained with leaf segments of *Chrysopogon gryllus* from the localities Se (...), Cs (---) and Ti (—). Explanations as for Fig. 1.

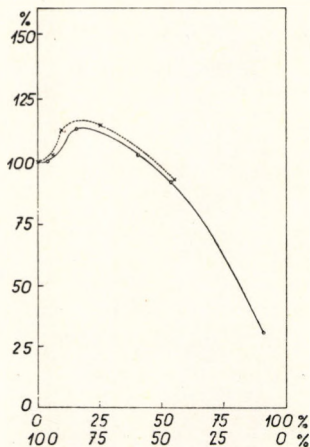


Fig. 6. Water-saturation curves obtained with leaf segments of *Koeleria gracilis* from the localities Se (...) and Ti (—). Explanations as for Fig. 1.

an assumption can be made that the plants with the properties shown by the curves of the *Stipa*-type are adapted to long rainless periods. This kind of drought resistance is advantageous especially in ecotopes which are generally dry throughout most of the growing season. Indirect evidence in favour of this assumption is represented by *Stipa joannis*. The time taken for the water deficit reach the stage where it is only partly reversible was shorter with plants from Tihany, than with those from Csomád and Szentendrei-sziget. This fact

seems to be related to total amounts of rainfall from January to July 1962 which were 292 mm, 225 mm (meteorological station at Alsógöd) and 184 mm respectively at the three localities (Ti—Cs—Se).

In the plants characterized by the *Chrysopogon*-type of the water saturation curves the normal water deficit seems to give rise to changes caus-

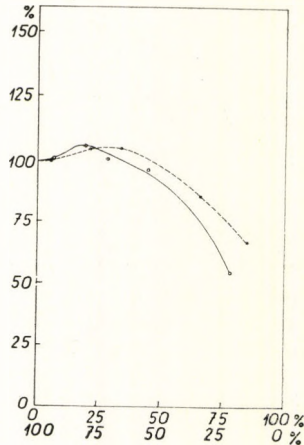


Fig. 7. Water saturation curves obtained with leaf segments of *Agropyrum intermedium* (—) and *Festuca valesiaca* (---) from the locality Ti. Explanations as for Fig. 1.

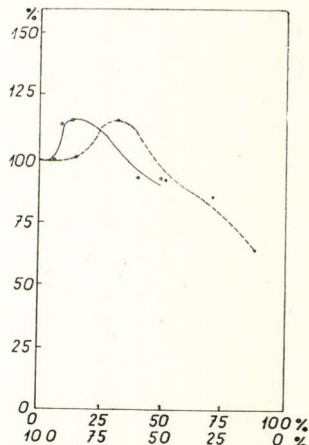


Fig. 8. Water-saturation curves obtained with leaf segments of *Dactylis glomerata* Ti (—) and *Brachypodium silvaticum* (---). Explanations as for Fig. 1.

ing a higher uptake of water if this becomes available. The nature of these changes has not yet been determined, but it is likely to be of a biochemical rather than of a physical nature. This aspect is now being investigated. It seems quite obvious, however, that plants showing the *Chrysopogon*-type of water-saturation curve can make full use of occasional rain, especially if it follows a dry period that has induced a higher water stress in the plants.

It should be noted that the species showing these properties also control their water loss more actively as was shown in the second paper of this series. The form of the water-loss curves with these more reactive xerophytic species may even approach that found with mesophytic grasses. The reversibility of the water deficit and the increase in the water-holding capacity of the leaf tissues which is induced by water stress seems to be an advantage in relatively dry regions with some occasional rainfall during the whole growing season. *Chrysopogon gryllus* is a typical example of plants showing this relationship, but *Koeleria gracilis*, *Koeleria glauca*, *Agropyrum intermedium* and *Festuca valesiaca* also behave in the same way. Similar properties can also be demonstrated for the mesophytic grasses tested such as *Dactylis glomerata* and *Brachypodium silvaticum*. The phytogeographical characteristics of the species studied are in general accord with what is known of their ecological amplitude. The *Stipa*-type water saturation curve appears to characterize rather continental floristic elements (according to the classification by MEUSEL 1942) while the *Chrysopogon*-type seems to characterize species having an oceanic and mesophytic character.

Thus it has again been proved that physiological properties of naturally growing plants are in agreement with their phytogeographical characteristics. In many cases an analysis of these physiological properties can help to explain the distribution of these plants.

Summary

Reversibility of the water deficit in leaves of some characteristic steppe grasses growing at Kiserdötető on the Tihany Peninsula was compared with that found in the same species from Szentendrei-sziget and Csomád. With each species tested a series of different water-deficit values were induced by drying the intact leaves at constant temperature for periods varying from 0 to 9 hours. Segments cut from these water-deficient blades were then saturated with water through both their cut surfaces for 2 hours. The initial water content, the water deficit and the water content after saturation of the segments were determined by weighing. The grass species tested were found to fall into two groups:

1. *Stipa*-type. The leaf segments fully recover from their water deficit by regaining their initial water content, but beyond a certain water deficit, irreversible changes seem to occur in the leaf tissues which prevent the segments from fully saturating their water deficit.

2. *Chrysopogon*-type. Increase in water deficit brings about an increase in the water-holding capacity of the leaf tissues. In general, the water content of the leaf segments after saturation is higher than it was initially. As with the *Stipa*-type, irreversible changes seem to occur, with the same consequences, when the water deficit reaches a certain value.

These findings have been compared with the phytogeographical distribution of the species studied which is supposed to be in accordance with their ecological amplitude. The *Stipa*-type of water deficit saturation seems to be advantageous to plants that have to survive long rainless periods in regions with continental conditions. The *Chrysopogon*-type seems to be favourable to plants in mesophytic conditions, or those having a rather oceanic distribution,

where only short periods of drought have to be survived. The plants of this type can undoubtedly make full use of occasional rainfall, especially if it follows a dry period.

Acknowledgements

The authors of the papers II. and III. of this series wish to express their thanks to Dr. BÉLA ENTZ and Dr. LAJOS J. M. FELFÖLDY and to the other workers of the Hungarian Academy of Science for making this work possible. They are most grateful for the very friendly way in which they were welcomed in the laboratories. They are also indebted to Miss J. M. CLAPHAM and to Dr. G. L. HODGSON of Oxford for the revision of the English text and for useful suggestions.

Milena Rychnovská és Jan Květ

Összefoglalás III.

1. Szerzők jellegzetes füvek levelében előálló vízhiány visszafordíthatóságát vizsgálták Tihanyban (Ti), a Szentendrei-szigeten (Sz) és Csomádon (Cs), jellegzetes pusztai termőhelyeken.

2. Metodikailag a következőképpen jártak el: A vizsgált növények leveleit addig szárították, míg azokban részleges vízhiány állt elő. Ezután a levél lemezt részekre vágták és két órán át mindkét vágási felületen keresztül vízzel telítették. A felszívódás tempóját és az előző deficit fokát súly méréssel regisztrálták.

3. Megállapították, hogy a vizsgált füvek kétféleképpen viselkednek:

a) *Stipa*-típus. Erre az jellemző, hogy a vízdeficit csak bizonyos fokig egyenlítődik ki az eredeti víztartalomra, mert ezen túl irreverzibilis változások lépnek fel. Ez csökkent telítődési képességű szövetekre utal.

b) *Chrysopogon*-típus. Ennek a vízkapacitása egyenletesen nő az emelkedő vízdeficittel. Egy bizonyos határon túl természetesen itt is irreverzibilis károsodás léphet fel, ahol csökken a sejtszövet telítődési képessége.

4. A megfigyelt jelenséget összehasonlították a vizsgált füvek növényföldrajzi elterjedésével, mely elvben megegyezik azok ekológiai amplitúdójával. A *Stipa*-típus kontinentális feltételeknek felel meg és hosszú csapadék nélküli időszakok átvészeléséhez idomult. A *Chrysopogon* ezzel szemben inkább mezofil környezetnek felel meg. Az ilyen típusú növények inkább oceanikus elterjedésűek, melyek csak rövid ideig tartó szárazsághoz képesek alkalmazkodni, mikor is a szárványos esőzést tökéletesen kihasználják, különösen ha a száraz időszak után áll be.

REFERENCES

- CETL, I. (1953): Návrh jednoduché metody ke zjištění odolnosti rostlin vůči suchu. — *Čs. biologie* 2, 361–369.
- KVĚT, J. and RYCHNOVSKÁ, M. (1965): Contribution to the ecology of the steppe vegetation of the Tihany Peninsula. II. Water retention capacity of some characteristic grass and forb species. — *Annal. Biol. Tihany* 32, 275–288.
- MEUSEL, H. (1943): Vergleichende Arealkunde. Berlin.
- RYCHNOVSKÁ, M. (1963): Reversibility of the water deficit used as one of the methods of causal plant geography. — *Biologia plantarum* 5.
- RYCHNOVSKÁ, M. and BARTOŠ, J. (1962): Measurement of Photosynthesis by the dry weight increment of samples composed of leaf segments. — *Biologia plantarum* 4: 91–97.
- SLAVÍK, B. (1958): Grafické stanovení průduchové a kutikulární složky transpirace rostlin. (Graphic determination of the intensity of stomatal and cuticular transpiration in plants.) — *Čs. biologie* 7: 347–352.

STUDIES ON THE OXIDATIVE ASSIMILATION OF UNICELLULAR ALGAE

I. EFFECT OF SUGARS ON THE RESPIRATION OF *CHLORELLA VULGARIS*

LÁSZLÓ TÓTH

Received: March 15th 1965

In recent years the Botanical Department of the Biological Research Institute at Tihany has been engaged in the study of inorganic carbon sources of unicellular green algae (FELFÖLDY 1960a-e, 1962) performed in the interest of working out the principles of mass cultivation of algae.

In the last year this trend was extended to the investigation of organic carbon sources primarily with the aim of covering the carbon requirements of algae at least partly from organic materials and not only from photosynthesis giving much trouble in the technology of mass culturing of algae.

It was endeavoured to work out simple methods for determining the degree of sugar-utilization of our strains.

There is a great deal of evidence that the "dark metabolism" of photosynthesizing plants, algae also included, is essentially similar to that of non-photosynthetic organisms. From purely biochemical viewpoint, therefore, we would expect that almost any substrate or intermediate in the major pathways of energy metabolism might substitute for photosynthesis. This expectation is, in fact, fulfilled only partially and to varying degrees in various species of algae. Therefore, in dealing with the heterotrophy of algae we must be concerned not only with the question of how certain substrates function as carbon and energy sources for growth, but with the equally difficult questions of why the same compounds support growth of some species and not of others, and why, in a particular species, one substrate will support growth, while another, very closely related compound will not (DANFORTH 1962).

The degree of usefulness of the different sugars was measured by their stimulating effect on respiration, on basis of TAYLOR's (1960a, b) conclusion, that the kinetics of uptake of sugars stimulating respiration (glucose, mannose) differ, from those of simple diffusion, and sugars which do not stimulate respiration penetrate much more slowly, following the kinetics of simple diffusion (fructose, galactose, sorbose and various pentoses). These latter substances cannot be taken into consideration as carbon or energy-sources. The findings of BELCHER and FOGG (1958) that certain organic substances (also sugars) stimulate respiration but do not support growth in darkness were also considered notwithstanding that these were obtained in the case of diatoms.

The degree of oxidative assimilation of various organic substances is the specific property of the single algal strains and may serve as a key in the

physiological identification thereof. The degree of effect is, besides, dependent on age, physiological properties and conditions of the preparatory cultures of algae.

Material and methods

In the experiments the axenic strain 7K *Chlorella vulgaris* BEYER, originating from the collection of algae of the Biological Research Institute at Tihany was used.

Sugars used in the experiments are: Dl-Arabinose (Dr. Theodor Schuchardt — München), D-lyxose (Fluka Ag.), d-ribose (Zellstoff-fabrik Waldhof), D(+)xylose (Nutritional Biochemicals Corporation — Cleveland), fructose (GyAK — Budapest), d-galactose (GyAK — Budapest), d-glucose (Merck — Darmstadt), d(+)mannose (Merck — Darmstadt), L-sorbose (Merck — Darmstadt), D-tagatose (L. Light and Co. Ltd. — England), L-rhamnose (Fluka Ag.), melibiose (GyAK — Budapest), saccharose (GyAK — Budapest), turanose (L. Light and Co. Ltd. — England), lactose (GyAK — Budapest), maltose (Spolek pro Chemickon — Czecho-Slovakia), raffinose (L. Light and Co. Ltd. — England), stachyose (L. Light and Co. Ltd. — England).

Algal material for the experiments was cultured in one litre Erlenmeyer flasks in KNOP-PRINGSHEIM nutrient solution containing only anorganic salts (PRINGSHEIM 1946) at a temperature of 19–22°C and at 9000 Lux light intensity provided by Tunggram “warmwhite” fluorescent tubes. 3 per cent carbon dioxide in air was bubbled through the suspension. The cultures were kept under strictly aseptic conditions and reached a density of 1.0 g dry matter) litre within 6–7 days. For manometric measurements cells were separated by centrifuging a known volume of suspension and washed in a 1 : 1 dilution of KNOP-PRINGSHEIM nutrient solution and suspended therein. For experimental use starved cells (CRAMER and MYERS 1949) were prepared by aerobic incubation of harvested and washed suspensions in darkness for at least 24 hours and at temperature used for growth and manometry.

Density of suspension was adjusted on basis of dry matter determinations. This was achieved by filtering a known volume of suspension through weighed filter paper disc and drying it at 105°C to constant weight.

Respiration was measured with the usual WARBURG technique in 20 ml conical vessels by placing 2 ml algal suspension into the main compartment (= 12 mg dry matter), 0.1 ml 2M KOH solution into the center well, and in every case nutrient solution containing sugar of 5 μ M quantity into the side arm. Measurements were performed at $25 \pm 0.1^\circ\text{C}$ temperature in darkness (a double walled bag made of black cloth was pulled on the vessels). Endogenous respiration was measured in the first 60–80 minutes of experiment. Thereafter the sugar solution was dipped into the main compartment. A separate vessel containing 5 μ M glucose was used also parallel in case of every sugar investigated for the purpose of obtaining a basis for the comparison of the stimulating effect of the various sugars on respiration.

Rates of respiration are expressed in terms of Q_{O_2} with the usual dimensions of $\mu\text{l O}_2/\text{mg dry weight. hour}$. It is not a simple matter to correct these values by ground respiration. After KRATZ and MYERS the amount of endogenous O_2 should be considered as 100 and exogenous Q_{O_2} as per cent of this value (Table 2).

In order to obtain more knowledge on the properties of the strain 7K *Chlorella vulgaris*, the degree of glucose utilization was also measured. According to MYERS and coworkers (1947) this may be computed from the quantitative relations between consumed sugar and oxygen. For this purpose the knowledge of the respiratory quotient (R. Q.) pertaining to the given conditions is necessary.

R. Q. was determined by WARBURG's indirect method (WARBURG 1924, FRENCH et al. 1935). The method may be rendered convenient if the pH of suspension is adjusted to 5 because in that case carbon-dioxide retention is negligible. MYERS et al. (1947) show that the respiration of the *Chlorella pyrenoidosa* strain used in their experiment does not change considerably between pH 3.8 and 6.8 (see also KANDLER 1954, STEEMAN NIELSEN 1955, BERGMANN 1955, DANIEL 1956, GRIFFITHS et al. 1960). The relation between pH and respiration in strain 7K *Chlorella vulgaris* is presented in Table 1.

Table 1 — 1. Táblázat

Changes of respiration in *Chlorella vulgaris*
at different pH values of suspension
Chlorella vulgaris légzésváltózása
a szuszpenzió különböző pH értékei mellett

pH	Q _{O₂}	
	ground — alap	glucose — glukóz
3.95	1.2	6.5
5.00	1.3	6.5
5.99	1.3	6.6
7.42	1.2	6.5

In case of low pH values the effect produced on ground- and glucose-respiration was small. Accordingly two vessels were used for R. Q. measurements. Into the center well of the one (I) 2M KOH solution, into that of the other (II) 3N H₂SO₄ solution was placed for the determination of oxygen and carbon dioxide respectively. The values were computed by using the following formulae:

$$x_{O_2} = h^I \cdot K_{O_2}^I; \quad x_{CO_2} = h^{II} \cdot K_{CO_2}^{II} - \frac{K_{CO_2}^{II}}{K_{O_2}^{II}} \cdot x_{O_2} \quad \text{where}$$

$$x_{O_2} = \mu\text{l oxygen consumed,}$$

$$x_{CO_2} = \mu\text{l CO}_2 \text{ released}$$

$$h^I \text{ and } h^{II} = \text{manometer readings at manometers I and II (mm).}$$

$$K_{O_2}^I = \text{constant of the first vessel computed for oxygen determinations.}$$

$$K_{O_2}^{II} \text{ resp. } K_{CO_2}^{II} = \text{constants of the second vessel, computed for O}_2 \text{ and CO}_2 \text{ determinations respectively.}$$

pH measurements were performed with BECKMAN GS pH-meter.

Results

1. Respiratory experiments

Out of the 18 sugars examined stimulating effect on the respiration of strain 7K *Chlorella* was produced by the following ones: xylose, glucose, fructose, galactose, mannose, sucrose and raffinose. The results are presented numerically in *Figures 1–3* and *Table 2*.

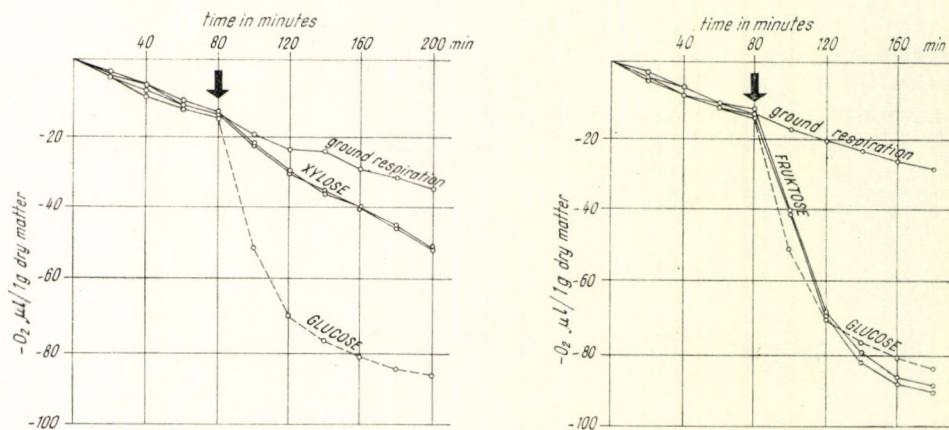


Fig. 1. — 1. ábra. The effect of fructose and xylose on the respiration of *Chlorella vulgaris* — A fruktóz és xilóz hatása a *Chlorella vulgaris* légzésére.

Table 2 — 2. Táblázat

Stimulating influence of various sugars on the respiration of the algal strain 7K *Chlorella vulgaris*
Különböző cukrok stimuláló hatása 7K *Chlorella vulgaris* alga törzs légzésére

Sugar — Cukor	Q_{O_2} ground respiration — alap légzés	Substrate respiration — Szubsztrátum légzés	Substrate respiration in % of the Q_{O_2} value of ground respiration — Szubsztrátum légzés az alap légzés Q_{O_2} értékének százalékában
Xylose	0.75	1.41	188
Glucose	0.71	6.70	945
Fructose	0.70	4.97	710
Galactose	0.80	1.62	202
Mannose	0.70	4.37	624
Sucrose	0.69	5.77	838
Raffinose	0.83	1.39	168

As the *Figures* and *Table 2* show the respiration of strain *Chlorella* is most intensively stimulated by glucose, next to which fructose comes producing a similar effect. Except for some special algal strains (*Chlorella*: FINKLE et al. 1950, *Synechococcus*: DYER and GAFFORD 1961) and the majority

of acetate flagellates (HUTNER and PROVASOLI 1951) glucose proved to be an useful substrate for all algal strains investigated (SAUNDERS 1957, GIBBS 1962).

Mannose which proved to be unefficacious in case of other *Chlorella* strains (NEISH 1951, SAMEJIMA and MYERS 1958) increased considerably the respiration of strain 7K *Chlorella*. Further experiments are needed to determine whether less efficaceous sugars as xylose, galactose and raffinose are utilized or not. The saccharose respiration of the 7K *Chlorella* is most extraordinary

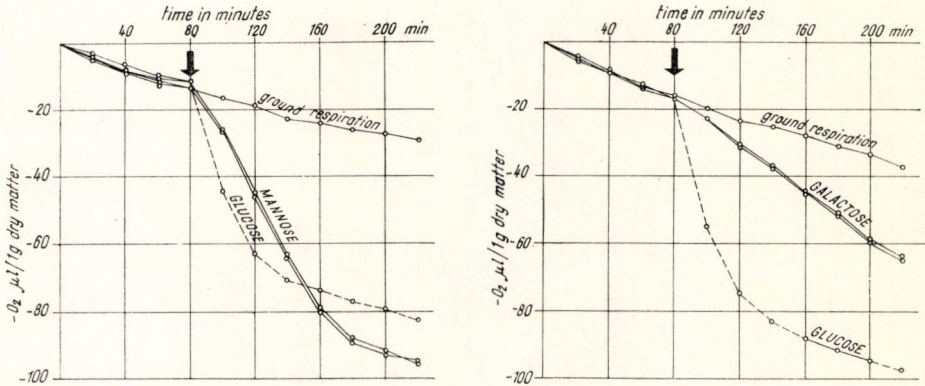


Fig. 2. — 2. ábra. The effect of mannose and galactose on the respiration of *Chlorella vulgaris* — A mannóz és galaktóz hatása a *Chlorella vulgaris* légzésére.

because this substance is either not utilizable (MYERS et al. 1947, NEISH 1951, SAMEJIMA and MYERS 1958) or only barely utilized (SPECTOR 1956) by most *Chlorella* species in general. Utilization of this substance by *Tribonema equale* only after a three weeks long lag period was observed by BELCHER and FOGG (1958). In the experiments reported here the increase in respiration observed immediately after the addition of the substrate was similar to that observed in the case of glucose.

2. Oxidative assimilation of glucose

The stoichiometry of oxidative assimilation was investigated by numerous workers (MYERS et al. 1947, CRAMER and MYERS 1949, TAYLOR 1950, SYRETT 1951, DANIEL 1956, FUJITA 1959, etc.). In the knowledge of the respiratory quotient under the experimental conditions it is possible to compute the respired and absorbed proportions of the substrate from the amount of oxygen required for complete utilization of a known amount of substrate. Results of twelve RQ determinations are tabulated in *Table 3* (R. Q. = 1.03). The amounts of oxygen consumed during the glucose experiments were readed off from curves constructed similar to the *Figures 1–3*. Location of the exact position of the breaks in the curves is made with some uncertainty. The amount of oxygen required by the substrate is here arbitrarily estimated as the oxygen uptake from the last point on the initial endogenous respiration curve to the first point on the final endogenous respiration curve. Only small differences occur if the extrapolated intersections of the curves are used instead.

Table 3 — 3. Táblázat

Determination of R. Q. in 7K
Chlorella vulgaris in the presence
of glucose (by the indirect method
of Warburg at pH 4.4)

R. Q. meghatározás 7K *Chlorella*
*vulgaris*ban glukóz jelenlétében
(Warburg indirekt módszerével
4,4 pH mellett)

Q_{O_2}	Q_{CO_2}	R. Q.
3.57	3.60	1.01
3.69	4.10	1.11
2.66	2.66	1.00
3.36	3.26	0.97
2.46	2.81	1.14
2.46	2.50	1.02
3.16	3.05	0.97
3.86	3.74	0.97
2.66	2.66	1.00
3.24	3.02	0.94
2.36	2.69	1.14
3.54	3.76	1.06
average — átlag:		1.03

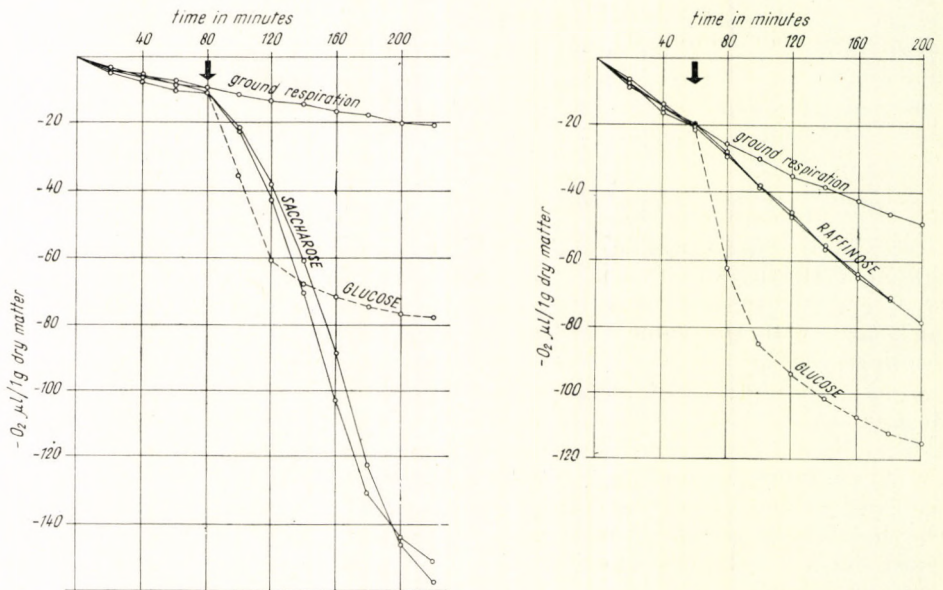


Fig. 3. — 3. ábra. The effect of saccharose and raffinose on the respiration of *Chlorella vulgaris* — A szaharóz és raffinóz hatása a *Chlorella vulgaris* légzésére.

Knowing, that to the full oxidation of 5 μM glucose 30 μM (733.8 μl) oxygen is required at a temperature of 25°C and pressure of 760 Hg mm it is possible to compute easily the proportions of oxidized and assimilated glucose (Table 4).

Table 4 — 4. Táblázat

Oxidative assimilation of 5 μM glucose by 7K *Chlorella vulgaris*
5 μM glukóz oxidatív asszimilációja 7K *Chlorella vulgaris* esetében

μM O ₂ respired — ellélegzett O ₂ μM -ban	Per cent of glucose oxidized — Oxidált glukóz %	μM O ₂ respired — Ellélegzett O ₂ μM -ban	Per cent of glucose oxidized — Oxidált glukóz %
2.37	7.9	2.50	8.3
2.32	7.8	2.41	8.0
2.27	7.6	2.41	8.0
2.45	8.2	2.32	7.8
2.50	8.3	2.54	8.5
2.50	8.3	2.37	7.9
average — átlag:			8.05

Discussion

It has been demonstrated that the strain 7K *Chlorella vulgaris* has a quite intense metabolic rate. The measure of the endogenous respiration decreases to a fairly constant level even under a starvation period of 24 hours (GENEVOIS 1927, DANIEL 1956). Such starved cells are closely analogous to the resting cells commonly used in studies of this type performed on other organisms (MYERS et al. 1947).

As it is seen from Table 2 seven sugars stimulated the respiration of this strain. Other *Chlorella* strains known from literary data display more poorish reactions. Mannose and sucrose is ineffective, and the effectiveness of xylose is also questionable (SAMEJIMA and MYERS 1958). Evidences on raffinose utilization of some algal strains is presented only by BECKWITH (1933) and WATANABE (1937).

The strain examined in this work assimilates glucose very intensively, since only about 8% of it is lost by respiration (Table 3). This fraction agrees fairly well with the value recorded by SYRETT (1951) for *Chlorella vulgaris*: 9.7% and GRIFFITHS (1963) for the EMERSON strain of *Chlorella vulgaris*: 10%, but is considerably less than those quoted by MYERS et al. (1947) for *Chlorella pyrenoidosa*: 15%, DANIEL (1956) for different *Chlorella* strains: about 13% and TAYLOR (1950) for *Scenedesmus quadricauda*: 16%.

A number of workers presented evidence on the negative responses of *Chlorella* strains to sucrose and galactose. GRIFFITHS and coworkers (1960) suggest that the growth promoting effect of these oligosaccharides is produced only after an "adaptive" periode and respiration itself is not stimulated by these substances.

The assumption that the strain investigated in this work may have a good oligosaccharide utilization is indicated both by the very intensive sucrose-

respiration and the well measurable promoting effect of galactose. These results may have importance also in practice, because saccharose is the most cheap organic source economically.

Summary

A range of sugars have been tested as respiratory substrates using 7K *Chlorella vulgaris* BEYER. axenic strain of the Algal Collection of the Hungarian Biological Research Institute as test organism.

Much higher rates of respiration were obtained with glucose, fructose, mannose and sucrose. Much smaller effect was observed with xylose, galactose and raffinose. Sustained respiration was not observable with any other sugars tested (arabinose, lyxose, ribose, sorbose, tagatose, rhamnose, melibiose, turanose, lactose, maltose and stachyose).

The respiratory quotient of glucose respiration may be taken as 1.03. The pH between 4—7.4 was ineffective either on endogenous respiration rate or on the exogenous ones.

The oxidative assimilation of starved resting cells of this strain is very good, only about 8 per cent of the absorbed glucose was completely oxidized, the remainder being presumably converted into algal dry matter. A considerable sucrose utilization is indicated by the intensive respiratory increase in consequence of sucrose, and its ecological view points are also emphasized.

Sincere thanks are expressed to Dr. L. J. M. FELFÖLDY, head of the Botanical Department for his interest in this work and the author takes also pleasure in acknowledging the helpful assistance of Mrs. ZSUZSA F. KALKÓ and Mrs. BRIGITTA SZABÓ under these experiments.

LITERATURE

- BECKWITH, T. D. (1933): Metabolic studies upon certain Chlorellas and allied forms. — *Publ. Univ. Calif. in Biol. Sci.* **1**, 1—34.
- BELCHER, J. H. and G. E. FOGG (1958): Studies on the growth of Xanthophyceae in pure culture. *Tribonema aequale* Pascher. — *Arch. Mikrobiol.* **30**, 17—22.
- BERGMANN, L. (1955): Stoffwechsel und Mineralsalzernährung einzelliger Grünalgen. II. Vergleichende Untersuchungen über den Einfluss mineralischer Faktoren bei heterotropher und mixotropher Ernährung. — *Flora (Jena)* **142**, 493—539.
- CRAMER, M. and J. MYERS (1949): Effects of starvation on metabolism of *Chlorella*. — *Plant. Physiol.* **24**, 255—264.
- DANFORTH, W. F. (1962): Substrate assimilation and heterotrophy (of algae). — In: LEWIN: (edit.): *Physiology and biochemistry of algae. Acad. Press., New York*, 99—123.
- DANIEL, ANNA-LUISE (1956): Stoffwechsel und Mineralsalzernährung einzelliger Grünalgen. III. Atmung und oxydative Assimilation von *Chlorella*. — *Flora* **143**, 31—66.
- DYER, D. L. and R. D. GAFFORD (1961): Some characteristics of a thermophilic blue-green alga. — *Science* **134**, 616—617.
- FELFÖLDY, L. J. M. (1960): Experiments on the carbonate utilization of some unicellular algae by Ruttner's conductometric method. — *Acta Biol. Acad. Sci. Hung.* **11**, 67—75.
- FELFÖLDY, L. J. M. (1960): The role of age training in carbonate assimilation of unicellular algae. — *Acta Biol. Acad. Sci. Hung.* **11**, 175—185.
- FELFÖLDY, L. J. M. (1960): Effect of cyanide on algal photosynthesis at different pH. — *Physiol. Plant.* **13**, 487—492.
- FELFÖLDY, L. J. M. (1960): Comparative studies on photosynthesis in different *Scenedesmus* strains. — *Acta Bot. Hung.* **6**, 1—13.

- FELFÖLDY, L. J. M. (1960): Photosynthetic experiments with unicellular algae of different photosynthetic type. — *Annal. Biol. Tihany* **27**, 201—208.
- FELFÖLDY, L. J. M. (1962): On the role of pH and inorganic carbon sources in photosynthesis in unicellular algae. — *Acta Biol. Acad. Sci. Hung.* **13**, 207—214.
- FINKLE, J. B., D. APPELMAN and F. K. FLEISCHER (1950): Growth of *Chlorella vulgaris* in dark. — *Science* **111**, 309.
- FRENCH, C. S., H. I. KOHN and P. S. TANG (1935): Temperature characteristics for the metabolism of *Chlorella*. II. The rate of respiration of cultures of *Chlorella pyrenoidosa* as a function of time and of temperature. — *J. Gen. Physiol.* **18**, 193—207.
- FUJITA, K. (1959): The metabolism of acetate in *Chlorella* cells. — *Jour. Biochem. (Tokyo)* **46**, 253—268.
- GENEVOIS, L. (1927): Über Atmung und Gärung in grünen Pflanzen. — *Biochem. Z.* **186**, 461—473.
- GIBBS, M. (1962: Respiration (of algae). — In: LEWIN: (edit.): Physiology and biochemistry of algae. *Acad. Press New York*, 61—90.
- GRIFFITHS, D. J. (1963): The effect of glucose on cell division in *Chlorella vulgaris*, Beijerinck (Emerson strain). — *Ann. of Bot. N. S.* **27**, 493—504.
- GRIFFITHS, D. J., C. L. THRESHER and H. E. STREET (1960): The heterotrophic nutrition of *Chlorella vulgaris* (Brannon No. 1 strain). — *Ann. of Bot. N. S.* **24**, 1—11.
- HUTNER, S. H. and L. PROVASOLI (1951): The Phytoflagellates. — In: LWOFF (edit.): Biochemistra and physiology of Protozoa. — *New York. Acad. Press*, 27—128.
- KANDLER, O. (1954): Über die Beziehung zwischen Phosphathaushalt und Photosynthese. II. Gesteigerte Glucoseeinbau im Licht als Indikator einer lichtabhängigen Phosphorylierung. — *Zeitschr. Naturforsch.* **9b**, 625—644.
- KRATZ, W. A. and J. MYERS (1955): Photosynthesis and respiration of three blue-green algae. — *Plant Physiol.* **30**, 275—280.
- MYERS, J. (with M. CRAMER and J. JOHNSTON) (1947): Oxidative assimilation in relation to photosynthesis in *Chlorella*. — *J. gen. Physiol.* **30**, 217—227.
- NEISH, A. C. (1951): Carbohydrate nutrition of *Chlorella vulgaris*. — *Canad. J. Bot.* **29**, 68—78.
- PRINGSHEIM, E. G. (1946): Pure cultures of algae. Their preparation and maintenance. — *Univ. Press, Cambridge* 1—119.
- SAMEJIMA Y. and J. MYERS (1958): On the heterotrophic growth of *Chlorella pyrenoidosa*. — *J. Gen. Microbiol.* **18**, 107—117.
- SAUNDERS, G. W. (1957): Interrelations of dissolved organic matter and phytoplankton. — *Bot. Rev.* **23**, 389—409.
- SPEKTOR, W. S. (1956): Handbook of biological data. — *Saunders Comp. Philadelphia*, 1—584.
- STEEMANN NIELSEN, E. (1955): Influence of pH on the respiration in *Chlorella pyrenoidosa*. — *Physiol. Plant.* **8**, 106—115.
- SYRETT, P. J. (1951): Effect of cyanide on respiration and oxidative assimilation of glucose by *Chlorella vulgaris*. — *Ann. Bot. Lond.* **15**, 473—492.
- TAYLOR, F. J. (1950): Oxidative assimilation of glucose by *Scenedesmus quadricauda*. I. Some kinetic aspects. — *Proc. Roy. Soc. (Lond.) Ser. B. Biol. Sci.* **151**, 400—418.
- TAYLOR, F. J. (1960): The absorption of glucose by *Scenedesmus quadricauda*. II. The nature of the absorptive process. — *Proc. Roy. Soc. (Lond.) Ser. B. Biol. Sci.* **151**, 483—496.
- WARBURG, O. (1924): Verbesserte Methoden zur Messung der Atmung und Glykolyse. — *Biochem. Z.* **152**, 51—64.
- WATANABE, A. (1937): Untersuchungen über Substrate für Sauerstoffatmung von Süßwasser und Meeressalgen Beiträge zur stoffwechselfysiologie der Algen. II. — *Acta Phytochem. (Tokyo)* **9**, 235—254.

TANULMÁNYOK AZ EGYSEJTŰ ALGÁK OXIDATÍV ASSZIMILÁCIÓJÁRÓL*

Összefoglalás

Tóth László

Megvizsgáltuk 18 cukornak a hatását — Intézetünk törzsgyűjteményéből származó — 7K *Chlorella vulgaris* BEYER. törzsünk légzésére.

Törzsünk légzését a legintenzívebben a glukóz serkenti, hozzá hasonló mértékben a fruktóz következik. A mannóz, mely több *Chlorella* törzs esetében hatástalan, 7K törzsünk légzését lényegesen befolyásolta. Kisebb mértékben hatásosak voltak még a xylóz, galaktóz és raffinóz (1—3. ábra, 2. táblázat).

Igen feltűnő törzsünk szaharóz légzése, ami igen jó hasznosítási lehetőségre utal. Gyakorlati fontossága is lehet, ezért külön tanulmány tárgyát fogja képezni (3. ábra, 2. táblázat).

Vizsgált törzsünk légzésére hatástalanok voltak a következő cukrok: arabinóz, lyxóz, ribóz, szorbióz, tagatóz, ramnóz, melibióz, turanóz, laktóz, maltóz, sztahióz.

7K *Chlorella* törzsünk alaposabb megismerése érdekében megmértük glukóz hasznosítási fokát is, amit az elfogyott cukor és a fogyasztott oxigén arányából számíthatunk ki akkor, ha ismerjük a vizsgált törzs — vázolt körülmények közötti — légzési együtthatóját (R. Q.). (3. táblázat).

Az R. Q. meghatározást WARBURG indirekt módszerével végeztük, aminek egyik feltétele, hogy a szuszpenzió folyadék fázisában a pH 5 alatt legyen a széndioxid retenció miatt és a vizsgált törzs légzése az alacsony pH mellett ne változzék lényegesen (1. táblázat).

A glukóz oxidatív asszimilációjára vonatkozó eredmények szerint törzsünk a glukózt igen nagy mértékben hasznosítja, mintegy 8%-át lélegzi csak el. (4. táblázat)

НАБЛЮДЕНИЯ ПО ОКИСЛИТЕЛЬНОЙ АССИМИЛЯЦИИ ОДНОКЛЕТОЧНЫХ ВОДОРОСЛЕЙ

I. ВЛИЯНИЕ РАЗЛИЧНЫХ САХАРОВ НА CHLORELLA VULGARIS BEYER

Л. Тот

Изучалось влияние 18 сахаров на дыхание штамма *Chlorella vulgaris* Beyer — 7K происходящего из коллекции института.

Дыхание этого штамма наиболее интенсивно увеличивается под влиянием глюкозы, и за ним следует фруктоза. Манноза, являющаяся неэффективной у многих штаммов *Chlorella*, у штамма 7K вызвала значительное изменение дыхания. В меньшей мере были еще эффективными ксилоза, галактоза и рафиноза (Рис. № 3, Таблица № 2).

Бросается в глаза употребление сахарозы с этим штаммом которое указывает на возможности ее усвоения. Употребление сахарозы может иметь и практическое значение, поэтому мы будем отдельно изучить (Рис. № 3 Таблица № 2).

На дыхание изучаемого штамма оказались неэффективными: арабиноза, люксоза, рибоза, сорбоза, тагатаза, рамноза, мелибиоза, тюраноза, лактоза, малтоза и стахиоза.

С целью подробного ознакомления с штаммом *Chlorella* 7K был измерен и коэффициент полезного действия глюкозы, который высчитывается по соотношению употребляемого сахара и кислорода, в том случае, если дыхательный коэффициент (RQ) изучаемого штамма известен в данных экспериментальных условиях.

Измерение дыхательного коэффициента производили при применении непрямого метода Варбурга, согласно которому Ph жидкой фазы суспензии должен быть ниже 5 из — за ретенции углекислоты и дыхание изучаемого штамма не должно существенно меняться при низкой Ph. (Таблица № 1.).

Согласно нашим данным, полученным при изучении окислительной ассимиляции глюкозы, изучаемый штамм в значительной мере утилизирует глюкозы, и для своего дыхания употребляет только 8% всей глюкозы (Таблица № 4).

* I. Különféle cukrok hatása a *Chlorella vulgaris* BEYER légzésére.

KRÓNKA

Ebben az esztendőben az intézeti munka az 1963. évi kutatómunka folytatásaként, 3 tudományos osztály, a Kísérleti Állattani Osztály, a Hidrobiológiai Osztály és a Kísérleti Növénytan Osztály keretében folyt.

A Zoológiai Osztályon, valamint a Botanikai Osztályon a kutatómunka a tervek szerint folyt. A Hidrobiológiai Osztály tervmunkájában jelentős változást idézett elő, hogy az 1965. év tavaszán bekövetkezett nagymértékű balatoni halpusztulás nyomán a pusztulás körülményeinek és biológiai hatásainak kutatására összpontosult átmenetileg az osztály munkája. Ebbe a munkába számos más érdekelt intézmény is bekapcsolódott. E munka koordinálását jelentős mértékben az Intézet végezte.

Dr. Sebestyén Olga nyugalmazott osztályvezető folyamatosan végezte kutatómunkáját az Intézetben.

Gubicza András tudományos munkatárs 1964 végén sikerrel megvédte kandidátusi disszertációját.

Az Intézet személyi állományában több változás következett be. 1964 júniusában külföldi tanulmányútja befejezése előtt, Olaszországban tragikus hirtelenséggel elhunyt Konok István tudományos kutató, a Zoológiai Osztály munkatársa. Erről az eseményről már előző évkönyvünkben megemlékeztünk. (Annal. Biol. Tihany 31, 273—276.)

1964 június elsején tudományos segédmunkatársi minőségben kinevezést nyertek az Intézethez Hiripi László vegyész és Hiripiné Vas Éva biológiai-kémia szakos tanár. Mindketten a Zoológiai Osztályra kerültek.

Így 1964 folyamán az Intézet kutatókollektívájának a létszáma 16-ról 17-re emelkedett, és ugyancsak emelkedett a technikai segédszemélyzet létszáma is.

A személyi fejlesztés mellett kedvezően befolyásolta az Intézetben folyó kutatómunkát a műszerállomány és az intézeti könyvtár további fejlesztése. Jelentősebb beérkezett új műszerek:

mikromanipulátor, elektrokimográfok, oszcillográfok, izotóplaboratóriumi felszerelések, stb. Ezeken kívül több, a kutatómunkát közvetve előmozdító géppel is gyarapodott intézetünk felszerelése (esztergapad, asztalosműhely gépei, stb.). Mindezek értéke megközelíti az egymillió forintot.

A könyvállomány mintegy 130 kötettel, a folyóiratállomány mintegy 500 kötettel növekedett. Így 1964. december 31-én a könyvtári egységek száma elérte a 40 467-et. Időközben 18 új folyóíratra fizettünk elő. Az 1964. év végén megjelent évkönyvünket 543 helyre küldtük el, melynek ellenértékéent

folyamatosan mintegy 350 folyóiratot kaptunk cserébe. A fenti időszakban közel 1000 kötet került kötetésre.

Tovább folytatódtak az Intézetben a felújítási munkák, melyek 1964-ben az egyik lakóépület, valamint az új partvédelmi berendezés elkészüléséhez vezettek. A felújításokra fordított összeg megközelíti a másfélmillió forintot.

Az Intézet külföldi kapcsolatai tovább fejlődtek. A tudományos munkatársak 17 ízben utaztak külföldre.

Dr. Entz Béla igazgatóhelyettes 1964 májusában 1 hónapot töltött a Holland Tudományos Akadémia Nieuwersluisi Hidrobiológiai Intézetében meghívásra.

Dr. Zs.-Nagy Imre tudományos munkatárs Frankfurtban (NSzK) részt vett a Nemzetközi Hisztokémiai Kongresszuson (1964. VIII. 13.—VIII. 23.) majd Prágában a Nemzetközi Elektronmikroszkópos Konferencián (1964. VIII. 25.—IX. 6.). 1964 végén féléves tanulmányútra a Szovjetunióba utazott, ahol Moszkvában a Szevercov Morfológiai Intézetben Elektronmikroszkópos és hisztokémiai vizsgálatokat végez puhatestűeken, valamint regenerációs tanulmányokat folytatott csirkeizmon.

Dr. Lábos Elemér tudományos munkatárs az év elején 6 hetet töltött a Szovjetunióban a Szovjet Tudományos Akadémia Állatmorfológiai Intézetében, elektrofiziológiai módszerek tanulmányozására (1964. III. 5.—IV. 18.).

Lukacsovics Ferenc tudományos munkatárs tanulmányúton vett részt a Szovjetunióban, ahol több biológiai intézetet keresett fel (1964. IX. 7.—IX. 28.).

Farkas Tibor és Herodek Sándor tudományos munkatársak 1964 tavaszán tértek vissza Milanóból, ahol 1 évig zsírbiokémiai kutatómunkát végeztek a Farmakológiai Intézetben.

Intézetünket sok külföldi kutató is felkereste, akik közül többen hosszabb-rövidebb ideig dolgoztak Tihanyban. Így Dr. W. Pohle farmakológus (NDK), Magdeburg, Orvosi Akadémia Farmakológiai Intézete, 1964. IX. 18—21.); O. Leray és B. Allemand morfológusok (Franciaország, Marseille, Tengerkutató Állomás, 1964. VIII. 17—31.); Dr. I. B. Tokin hisztológus (SSSR, Leningrád, Sugáregészségügyi Intézet, Elektronmikroszkópiai Laboratórium, 1964. X. 1—8.); Dr. G. Gorbunov morfológus (SSSR, Moszkva, Akadémia Morfológiai Intézet, 1964. V. 30—VI. 30.); Dr. G. Kuchler fiziológus (NDK Lipcse, Egyetemi Élettani Intézet, 1964. IX. 11—25.); Dr. T. Schröder hidrobiológus (NDK, Jena-Lobeda, Hidrobiológiai Állomás, 1964. IX. 5—15.); Dr. D. A. Sakharov állatfiziológus (SSSR, 1964. IX. 14—X. 13.); E. Bartosová algafiziológus (CSSR, Třebon, Algológiai Laboratórium 1964. X. 1—13.); Dr. J. W. G. Lund algológus, hidrobiológus (Anglia, Ambleside, Freshwater Biological Laboratory, 1964. X. 10—25.).

Közülük Lund és Sakharov tartottak előadást az Intézetben.

Külön említjük még meg Verzár Frigyes professzornak (Basel) a tihanyi intézet egykori igazgatójának intézetünkben tett kétnapos látogatását (1964 május).

Az említetteken kívül különböző európai és tengerentúli országokból közel 200 szakember tett rövidebb látogatást az Intézetben.

Vendégkutatóként számos hazai kutató dolgozott az Intézetben. Így dr. Erdélyi Lajos és dr. Varjas László (JATE Általános Állattani és Biológiai Intézete, molluskák szív működésének regulációja — 2 hét); dr. Stammer Aranka (JATE Általános Állattani és Biológiai Intézete, hisztokémiai mód-

szerek puhatestűeken — 2 hét); B. Baranyi Ilona (BOTE Szövet- és Fejlődéstan Intézete, molluskák neuroszekréciója — 4 hét); Horváth Miklós és Szőkendi Lajos (VEGYTERV, Warburg-metodika alkalmazása a szennyvizek biológiai oxidációjánál — 2 hét); Németh József (VITUKI, algafiziológiai munka, 5 hét); dr. Uherkovich Gábor (MTA Tiszakutató Csoport, kvantitatív fitoplankton-tanulmányok — 2 hét).

A nyári hónapokban 1964-ben 13 egyetemi hallgató kapcsolódott be 1—1 hónapi időtartamra az intézeti munkába.

Kollaborációs munka keretében dr. Zs.-Nagy Imre elektronmikroszkópos vizsgálatokat végzett az Országos Korányi TBC intézetben. Ugyanott dr. Salánki Jánosné szerotonin-meghatározásokat végzett. Dr. Entz Béla 1964 első felében a szakmérnök-továbbképzés keretében a Budapesti Műegyetemen hidrobiológiát adott elő.

1964 szeptember elején az Intézetben a MTA Biológiai Osztálya "A citológia időszerű kérdései"-ről kollokviumot rendezett. Ezen 10 előadás hangzott el és 35 nagyrészt fiatal biológus vett részt.

Meg kell még említeni, hogy kutatóértekezletek keretében számos szakmai és szakmai-ideológiai továbbképző előadás hangzott el, melyek előnyösen mozdították elő a szervezett intézeti tudományos élet fejlődését.

Chronicle

In 1964 the three departments of the Institute: Department of Experimental Zoology, Hydrobiological Department and Department of Experimental Botany pursued to work on the same fields of research as in 1963.

In the Departments of Experimental Zoology and Experimental Botany researches were performed according to the plan. In the scheduled work of the Hydrobiological Department considerable alterations were necessitated by the large scale death of fishes that occurred in Lake Balaton in spring 1965. This department had to concentrate transitorily its work on the investigation of the conditions and the biological effects of this phenomenon. Several other establishments similarly interested in this problems joined in this work. The Institute was the chief coordinator of these researches.

Dr. Olga Sebestyén retired head of the Hydrobiological Department continued her researches in the Institute.

András Gubicza scientific research worker was qualified as candidate in biological sciences at the end of 1964.

Several changes took place in the personal of the Institute. In July 1964 István Konok scientific research worker member of the Department of Experimental Zoology died with tragic suddenness in Italy before the end of his study-tour. This event has been already commemorated in our previous year book (*Annal. Biol. Tihany* 31, 273—276).

In 1st June 1964 two scientific research workers were appointed to the Institute: László Hiripi chemist and Mrs. Éva Hiripi biologist-chemist. Both of them posted to the Zoological Department.

Thus in the course of 1964 the number of research workers increased from 16 to 17 and the staff of technical assistants similarly grew.

Beside extensions in the staff research work was favourably influenced also by further developments of the instrument stock and of the library of

the Institute. The most important accessions were: micromanipulator, electrokymographs, oscillographs, equipments for the isotope laboratory etc. A new turn-bench, and new machines for the joinery similarly, though indirectly, facilitated research work. The value of all these new acquisitions approximates one million forints.

The book stock of the Institute grew considerably. The number of books and periodicals increased by 130 and 500 volumes respectively. At the end of 1964 the number of library units reached 40,467. Subscriptions were made to 18 new periodicals. The year book published at the end of the year was sent to 543 places and the institute library received about 350 periodicals in exchange. About 1000 books got bound in this year.

Renewals were also in progress. One lodging house was renewed and a new embankment was built. The sum allotted to these renewals approximates one and a half million forints.

Foreign relationships were further extended. The members of the staff visited foreign countries on 17 occasions.

Dr. Béla Entz deputy director spent on invitation one month at the Hydrobiological Institute of the Duch Academy of Science, Nieuwersluis in May 1964.

Dr. Imre Zs. Nagy scientific research worker attended in Frankfurt (German Federal Republik) the International Histochemical Congress (13th. VIII.—23. VIII. 1964) and in Prague the International Electronmicroscopic Conference (25. VIII.—6. IX). At the end of this year he went for a study-tour to the Soviet Union. He spends there half a year at the Severcov Morphological Institute, Moscow, where he performs electron microscopic histochemical investigations on molluses and regeneration experiments on chicken muscle (30. XI. 1964—7. VI. 1965).

Dr. Elemér Lábos scientific member spent six weeks (5. III.—18. IV. 1964) in the Soviet Union at the Institute for Animal Morphology of the Soviet Academy of Science and was engaged in the study of electrophysiological methods.

Ferenc Lukacsovics scientific member visited several biological institutes during his stay in the Soviet Union (7. IX.—28. IX. 1964).

In spring 1964 Tibor Farkas and Sándor Herodek scientific research workers returned from Milan where they performed investigations on the biochemistry of lipids in the Instituto di Farmacologia e di Terapia.

Many investigators came from abroad as visitors and worked for longer-shorter period at Tihany. Dr. W. Pohle pharmacologist (German Democratic Republic, Magdeburg, Institute for Pharmacology of the Academy for Medicin, 18—21. IX. 1964); O. Leray and B. Allemand morphologists (France, Marseille, Station for Marine Research, 17—31. VIII. 1964); Dr. I. B. Tokin histologist (USSR, Leningrad, Electronmicroscopic Laboratory of the Institute for Radiation Hygiene, 1—8. X. 1964); Dr. G. Gorbunov morphologist (USSR, Moscow, Morphological Institute of the Academy, 20. V.—30. VI. 1964); Dr. G. Küchler physiologist (GDR, Leipzig, Physiological Institute of the University, 11—15. IX. 1964); Dr. T. Schröder hydrobiologist (GDR, Jena-Lobeda, Hydrobiological Station. 5—15. IX. 1964); D. A. Sakharnv zoophysiologicalist (USSR, 14. IX.—13. X. 1964); E. Bartosová algologist (ČSR, Třebon, Algological Laboratory, 1—13. X. 1964); Dr. J. W. G. Lund algologist, hydrobiologist (England, Ambleside, Freshwater Biological Labo-

ratory, 10.—25. X. 1964); Dr. T. Schröder and Dr. J. W. G. Lund delivered also lectures in the Institute.

The two days long visit of professor Frigyes Verzár (Basel) former director of the Institute deserves particular attention (May. 1964).

In addition to the above mentioned scientists about 200 specialists payed shorter visits at the Institute.

Many Hungarian investigators worked there as guest workers: Dr. Lajos Erdélyi and Dr. László Varjas (JATE, Institute for General Zoology and Biology, regulation of the cardiac action of molluscs — two weeks); Dr. Aranka Stammer (JATE, Institute of General Zoology and Biology, histochemical methods on mollusks — 2 weeks); Dr. Ilona Baranyi (BOTE, Institute for Histology and Evolution, neurosecretion of molluscs — 4 weeks); Miklós Horváth and Lajos Szökendi (Vegyterv, the application of the Warburg method in the biological oxidation of sewage waters — 2 weeks); József Németh (VITUKI, algal physiological work, 5 weeks); Dr. Gábor Uherkovich (MTA, Station for Tisza Research, quantitative phytoplankton studies — 2 weeks).

In summer months 13 university students joined in the work of the Institute for an one month long period each.

In a collaboration work Dr. Imre Zs. Nagy performed electronmicroscopic investigations at the Korányi TBC Institute. Mrs. J. Salánki performed serotonin determinations at the same institute. In the first half of 1964 Dr. Béla Entz delivered lectures on hydrobiology at the Technical College in an extension course of engineer specialists.

In the beginning of September 1964 a colloquium was held on the "Actual problems of cytology". This was organized by the Biological Department of the Hungarian Academy of Sciences and on this occasion 10 lectures were delivered with 35 participants the majority of which were young biological research workers.

Tudományos előadások jegyzéke — List of scientific lectures

- ENTZ B.: Fysisch, chemisch en biologisch onderzoek van het Balaton Meer en omgeving. Hydrobiológiai Intézet (Holland Tudományos Akadémia) és Hydrobiológiai Társaság. Nieuwersluis, június 5.
- ENTZ B.: Visvijver Onderzoek in Verband met de Kweek van Karpers in Hongarije. Hydrobiológiai Intézet. Nieuwersluis, június 5.
- ENTZ B.: A fényenergia problémái sekély zavaros vizekben. Hidrobiológus Napok, Napok, Gödöllő 1964. október 30.
- CSEH E. és SZABÓ E.: A scenedesmus obtusiusculus glicinfelvétele. VI. Biol. Vándorgyűlés Budapest, 1964. május 28.
- FELFÖLDY L.: A Scenedesmus obtusiusculus fenol-tűréséről. VI. Biol. Vándorgyűlés Budapest, 1964. május 28.
- FELFÖLDY L.: A vízinövényzet hasznosításának problémái és perspektívája. — A Hazafias Népfront tihanyi tudományos ankétján, Tihany, 1964. május 6.
- FELFÖLDY L.: Az algatermesztés eddigi tapasztalatai és jövőbeni kilátásai. — Ankét állatállományunk fehérjeellátásának kérdései tárgyában. Budapest, 1964. december 9—10.
- FELFÖLDY L., SZABÓ E. és TÓTH L.: Algatermesztési félüzemi kísérletek Tihanyban. VI. Biol. Vándorgyűlés Budapest, 1964. május 28.
- GUBICZA A. és ZS.-NAGY I.: Impregnációs módszerek összehasonlító vizsgálata *Anodonta cygnea* L. idegrendszerén. VI. Biol. Vándorgyűlés. Budapest, 1964. május 29.
- LÁBOS E.: Iszledoványija ritmicseszkoy aktivnosztyi glochigijjev bezzubki. Sz. U. Tud. Akadémiája Morfológiai Intézete Összehasonlító Élettani Laboratóriuma, Moszkva, 1964. március.
- LÁBOS E.: Az elektromos tér irányának befolyása embrionális ismeretek ingerlékenységére. VI. Biol. Vándorgyűlés, Budapest, 1964. május 29.
- ZS.-NAGY I.: Szinaptikus struktúrák elektronmikroszkópos vizsgálata *Anodonta cygnea* L. cerebrális ganglionjában. Élettani Napok Szeged, 1964. július 3.
- ZS.-NAGY I.: Histochemische Untersuchungen über die Cholinesterase. Aktivität der Schliessmuskeln der Süßwassermuschel *Anodonta cygnea*. — Nemzetközi Hisztó- és cytokémiai kongresszus. Frankfurt am Main, 1964. augusztus 21.
- ZS.-NAGY I.: Elektronmikroskopische Untersuchungen über das Ganglion cerebrale der Süßwassermuschel *Anodonta cygnea*. III. Európai regionális elektronmikroszkópos konferencia, Prága, 1964. augusztus 31.
- PAOLETTI R., R. VERTUA, R. BOMBELLI, M. POGGI, T. FARKAS: The effect of ionizing radiations on lipid metabolism and its pharmacological control. I. Nemzetközi symposium a sugárérzékenyítő és sugárvédő anyagokról. Milánó, 1964. május 22—24.
- S.-RÓZSA K.: Az extrakardiális idegek stimuláló hatásának vizsgálata csigaszíven. VI. Biol. Vándorgyűlés, Budapest, 1964. május 31.
- SALÁNKI J.: Oxigénellátottság mint a tavi kagyló (*Anodonta cygnea* L.) aktivitási ritmusának sajátos faktora. Biol. Vándorgyűlés, Budapest, 1964. május 30.
- SALÁNKI J. és LÁBOS E.: Velőhüvelymentes, dekrementesen vezető idegrostköteg elektrofiziológiai vizsgálata. Élettani Napok, Szeged, 1964. július 3.
- SALÁNKI J. és LÁBOS E.: Izom- és idegsejtek elektrofiziológiai vizsgálómódszerei. „A cytológia időszerű kérdései” c. kollokvium, Tihany, 1964. szeptember 10.

- SZABÓ E., FELFÖLDY L. és TÓTH L.: Algatermesztő kisüzem tápoldatával kapcsolatos fizikai, kémiai és biológiai problémák. VI. Biol. Vándorgyűlés, Budapest, 1964. május 28.
- TAMÁS G.: Microcystis tömegvegetáció a Balatonon. Magyar. Biol. Társaság Botanikai Szakosztálya 1964. V. 12.
- TAMÁS G.: Epibiontok. A Magyar Biológiai Társaság Botanikai Szakosztálya 1964. május 12.
- TÓTH L.: Egysejtű zöld-alga törzsek cukor hasznosításáról. VI. Biol. Vándorgyűlés, Budapest, 1964. május 28.

Az intézeti évkönyv 31. kötetén kívül az 1964. év folyamán megjelent dolgozatok jegyzéke
 — List of papers published elsewhere as in Vol 31 of our Annales

- BOMBELLI, R., T. FARKAS, R. VERTUA: Investigations on the effect of nicotinic acid on plasma free fatty acid levels. — *Med. Pharmacol. exp.* **12**, 8—14.
- ENTZ B.: Tanulmányok a Balaton jegének megismeréséhez. — *Vízügyi Közlemények* 1964. 269—284.
- ENTZ B.: Light conditions of Lake Balaton, a shallow lake in Hungary. — *Verh. Internat. Verein. Limnol.*, 1964. **15**, 260—264.
- ENTZ B.: Übersicht über die ungarische Limnologische Litteratur des Jahres 1962. — *Limnologica (Berlin)* **2**, 369—380.
- FELFÖLDY, L. J.: Photosynthesis of the unicellular green algae strain, *Scenedesmus obtusiusculus* Chod. at various pH values. — *Acta Biol. Acad. Sci. Hung.* **15**, 351—359. 1965.
- FELFÖLDY L.: Algatermesztés. (Témadokumentáció.) — Orsz. Mezőg. Könyvt. Budapest 1965. 1—97.
- LÁBOS E., ZS.-NAGY I., BENKŐ K., SALÁNKI J.: Elektrofiziológiai és elektronmikroszkópos adatok az Anodonta cygnea L. cerebrovisceralis connectivumának rostösszetételéhez. — *Biol. Közl.* **11**, 119—124.
- LÁBOS E., SALÁNKI J.: Alkáli fém és alkáli földfém ionok hatása a tavi kagyló (*Anodonta cygnea* L.) glochidiumainak ritmikus aktivitására. — *Biol. Közl.* **11**, 107—118.
- LÁBOS E., SALÁNKI J., KLITYNA, G. R.: The effect of cholinotropic drugs on the rhythmic activity of glochidia of fresh-water mussel (*Anodonta cygnea* L.). — *Acta Biol. Hung.* **15**, 119—128.
- LÁBOS E., J. SALÁNKI, KATALIN S.-RÓZSA: Effect of serotonin and other bioactive agents on the rhythmic activity in the glochidia of fresh water mussel (*Anodonta cygnea* L.). — *Comp. Biochem. Physiol.* **11**, 161—172.
- MOLNÁR I., GUBICZA A., BABOS L.: A Bombyx mori L. CO⁶⁰-nal besugárzott selyembubók vizsgálata. — *Magyar Textiltechnika* **16**, 449—451. 1964.
- ZS.-NAGY I.: Elektronmikroszkópos vizsgálatok az édesvízi kagyló (*Anodonta cygnea* L.) cerebrális ganglionján. — *Biol. Közl.* **12**, 43—48.
- ZS.-NAGY I., KALÁPOS S., LÉVAI G.: Kísérletes adatok a hámszövet kvalitatív adaptációjához. — *Morph. és Ig. Orv. Szemle* **4**, 168—172.
- Ugyanez orosz nyelven: *Arch. Anat. Hist. Embryol.* **46**, 80—86. 1964.
- ZS.-NAGY I., M. LÁSZLÓ: Histochemical and biochemical studies on mucopolysaccharide content of the organs of freshwater mussel (*Anodonta cygnea* L.). — *Acta Biol. Hung.* **15**, 39—44.
- ZS.-NAGY I., K. S.-RÓZSA, J. SALÁNKI, I. FÖLDES, L. PERÉNYI, M. DEMETER: Subcellular localization of 5-hydroxytryptamine in the central nervous system of Lamelli-branchiates. — *J. Neurochem.* **12**, 245—251. 1965.
- ZS.-NAGY I., J. SALÁNKI: Structural changes in the adductors of the fresh-water mussel (*Anodonta cygnea* L.) depending on functional conditions. — *Acta Biol. Acad. Sci. Hung.* **15**, 311—320. 1965.
- ZS.-NAGY I., J. SALÁNKI: Histochemical Investigations of cholinesterase in different molluscs with reference to functional conditions. — *Nature* **206**, 842—43. 1965.
- PONYI J. és TAMÁS G.: Napszakos változások vizsgálata a tihanyi Belső-tó fito- és zooplanktonján. — *Állattani Közlem.* **51**, 105—124. 1964.
- S.-RÓZSA K.: Comparative physiological data on the mediation of the central nervous system in molluscs. — *Acta Physiol. Hung.* **25**, 192—197. 1964.
- S.-RÓZSA, K., GRAUL C.: Serotonin felelős-e a Helix pomatia extracardialis idegének stimuláló hatásáért? — *Biol. Közl.* **12**, 43—48.

- SALÁNKI J.: A citológia időszerű kérdései. — *MTA Biol. Oszt. Közl.* **7**, 297—298.
- SALÁNKI J., LÁBOS E.: Reflexvizsgálatok tavi kagyló (*Anodonta cygnea* L.) viscerális ganglionján. — *Biol. Közl.* **12**, 25—33.
- SALÁNKI J., LÁBOS E.: Izom- és idegsejtek elektrofiziológiai vizsgálómódszerei. — Methods in muscle and nerve cell physiology. *MTA Biol. Tud. Oszt. Közl.* **8**, 89—118.
- SÁRI B., ZS.-NAGY I., FÜLEP T.: A hypothalamus laesio hatása a serum cholesterin szintre. *Kísérletes Orvostudomány* **17**, 253—257. 1965.
- TAMÁS G.: Mikroflóra aus dem Periphyton der Landungsmolen der Donau zwischen Nagymaros und Rémaifürdő. (Danubialia Hungarica XXVII). — *Annal. Univ. Sc. Budapest Sect. Biol.* **7**, 229—240. 1964.
- VERTUA, R., M. M. USARDI, R. BOMBELLI, T. FARKAS, R. PAOLETTI: The effect of nicotinic acid on free fatty acid mobilisation. — *Life Sciences* **4**, 281—286. 1964.

INDEX

I. ÁLLATTAN — ЗООЛОГИЯ — ZOOLOGY

- András Gubicza*: Relation of body size, ganglions and neuron dimensions in the fresh water mussel (*Anodonta cygnea* L.) — Testnagyság, ganglionok és az idegsejtek méretének relációja az édesvízi kagylónál (*Anodonta cygnea* L.) — Взаимоотношение размеров некоровных клеток ганглиев и тела беззубки (*Anodonta cygnea* L.) 3
- András Gubicza* and *Imre Zs.-Nagy*: Histological examination of the ganglions in the fresh water mussel with impregnation methods *Anodonta cygnea* L. — Az édesvízi kagyló (*Anodonta cygnea* L.) ganglionjainak szövettani vizsgálata impregnációs módszerek alapján — Гистологическое исследование ганглиев беззубки (*Anodonta cygnea* L.) при помощи импрегнации 11
- Elemér Lábos*: The effect of the change of electrode dimensions and distance on the action potential induced by electric excitation of the non-medullated nerve *Anodonta cygnea* L. — Elektrodaméret és távolság változtatásának hatása velőhüvelymentes ideg elektromos ingerrel kiváltott akciós potenciáljára — Влияние изменения и размера электродов на потенциал действия безмиелинового нерва, вызванный электрическим раздражением 17
- Elemér Lábos*: Influence of metabolic inhibitors on light sensitized contractions by erythrosin in mussels *Anodonta cygnea* L. — Anyagseregátló szerek hatása erythrosinnal fényérzékenyített kontrakcióra kagylólárvákon — Влияние ингибиторов обмена веществ на фотосенсибилизированное эритрозином сокращение глохидиев беззубки 29
- Ferenc Lukacsovics* and *Elemér Lábos*: Chemo-ecological relationship between some fish species in Lake Balaton and the glochidia of *Anodonta cygnea* L. — Кемо-ökológiai kapcsolatok vizsgálatá néhány balatoni halfaj és az *Anodonta cygnea* L. glochidiuma között — Исследование хемо-экологической связей между глохидиями (*Anodonta cygnea* L.) и несколькими видами балатонских рыб 37
- Tibor Pécsi*: The effect of 5-hydroxytryptamine on the heart of fresh water mussel (*Anodonta cygnea* L.) — Az 5-hydroxytryptamin hatása a tavi kagyló (*Anodonta cygnea* L.) szívéen különböző alkalmazási módok esetén — Эффект серотонина на сердце беззубки (*Anodonta cygnea* L.) в зависимости от способа его применения 55
- Katalin S.-Rózsa*: On the modulating effect of some biologically active substances in the central nervous system of molluscs — Néhány biológiailag aktív anyag központi moduláló hatásáról puhatestűek idegrendszerében — О центральном модуляторном влиянии некоторых биологически активных агентов в нервной системе моллюсков 69
- János Salánki* and *Ilona Baranyi*: Studies on the relationship between periodic activity and neurosecretion in fresh-water mussel *Anodonta cygnea* L. — A periodikus aktivitás és neuroszekréciós tevékenység kapcsolatának vizsgálata tavikagylón (*Anodonta cygnea* L.) — Исследование взаимосвязи нейросекреторной деятельности и периодической активности беззубки (*Anodonta cygnea* L.) 77

- János Salánki and Ferenc Lukcsavics*: Effect of agents influencing the periodic activity of mussels on the in vitro respiration of siphon tissue of *Anodonta cygnea* L. — *Kagylók periodikus aktivitását befolyásoló ágensek hatásának tanulmányozása Anodonta cygnea* L. szifó-szövetének in vitro légzésén — Изучение эффекта веществ, влияющих на периодическую активность беззубки, на дыхание сифонной ткани (*Anodonta cygnea* L.) ин витро 83
- János Salánki and Tibor Pécsi*: Reflex influences on the activity of adductors of fresh-water mussel (*Anodonta cygnea* L.) by stimuli applied to the heart — A tavikagyló (*Anodonta cygnea* L.) záróizomműködésének reflexes befolyásolása szívre ható ingerekkel — Рефлекторные изменения деятельности запирательных мышц беззубки (*Anodonta cygnea* L.) при раздражении сердца 93
- János Salánki, Imre Zs.-Nagy, Éva H.-Vas*: Change of the Nissl-substance in connection with the periodic activity in the central nervous system of fresh-water mussel *Anodonta cygnea* L. — A Nissl-anyag mennyiségének változása a periodikus aktivitással összefüggésben *Anodonta cygnea* L. központi idegrendszerében — Изменение вещества ниссля в центральной нервной системе беззубки в связи с периодической активностью 111
- D. A. Sakharov and Tibor Pécsi*: Protecting and reactivating effect of serotonin on the heat-inactivated heart of the fresh-water mussel — A serotonin védő és reaktiváló hatása az édesvízi kagyló hőinaktivált szívéen — Защитное и восстановительное действие серотонина при температурной инактивации сердцебиений беззубки 117
- Imre Zs.-Nagy*: Fluorescent-microscopic examination with pseudoisocyanine on the neurosecretory activities of the fresh water mussel *Anodonta cygnea* L. — Fluoreszcens-mikroszkópos vizsgálatok pszeudoizocianinnal az édesvízi kagyló (*Anodonta cygnea* L.) neuroszekréciós tevékenységén — Флюоресцентно-микроскопические исследования нейросекреции беззубки (*Anodonta cygnea* L.) с псевдоизоцианином 123

2. HIDROBIOLOGIA — ГИДРОБИОЛОГИЯ — HYDROBIOLOGY

- Béla Entz*: Untersuchungen an Larven von *Chironomus plumosus* Meig. im Benthos des Balatonsees in den Jahren 1964—1965 — Vizsgálatok a Balaton benthosában *Chironomus plumosus* Meig. lárvákon 1964—1965-ben — Исследования личинок (*Chironomus plumosus* Meig.) в бентосе Балатона в 1964—1965 годах 129
- Jenő E. Panyi*: Crustaceen-Plankton-Studien im Balatonsee I. Untersuchung der im Jahre 1925 vor Révfülöp gesammelten Netzfilterproben — Crustacea plankton tanulmányok a Balatonon I. rész. Az 1925-ben Révfülöp előtt gyűjtött hálózüredék-minták vizsgálata — Изучение ракообразных планктонов в Балатоне I. Исследование образца фильтрата сачка, собранного перед Реvfюлеп в 1925 году 141
- Jenő E. Panyi*: Crustaceen-Planktonstudien am Balaton II. Beiträge zur Kenntnis der Systematik und cyclomorphose einiger Arten der gattung *Daphnia* ;— Crustacea-plankton tanulmányok a Balatonon II. rész. Adatok a *Daphnia* genus rendszertanának és cikломorfózisának megismeréséhez. — Изучение ракообразных планктонов в Балатоне II. Данные к познанию систематики и цикломорфозы видов *Daphnia* 159
- Leonora Panyi*: Zoologische Untersuchung der Röhrichte des Balaton. II. Wassermilben (*Hydracarina*) — A Balaton nádasainak zoológiai vizsgálata. II. Vízatkák (*Hydracarina*) — Зоологическое исследование тростниковых зарослей Балатона. II. Водные клещи (*Hydracarina*) 175
- Olga Sebestyén*: Kladocera tanulmányok a Balatonon. III. Történeti előtanulmányok — Cladocera studies in lake Balaton III. Preliminary studies for lake history investigations — Исследования Kladocera в Балатоне. III. Предварительное изучение истории озера 187
- Gizella Tamás*: Horizontale Plankton-Untersuchungen am Balaton IV. Über das Phytoplankton im südwestlichen Teil des Sees auf Grund von Schöpf- und Netzfilterproben, vom Juli 1962. — Horizontális planktonvizsgálatok a Balatonon IV. A tó DNy-i részének fitoplanktonjáról az 1962 júliusi merített minták és hálózüredék alapján — Горизонтальные исследования планктона в Балатоне IV. О фитопланктоне юго-западной части озера на основе образцов, полученных во фильтрате и погружением сачка в юле 1962 года 229

- Edít Cseh and Ernő Szabó*: The glycine uptake of *Scenedesmus obtusiusculus* — A *Scenedesmus obtusiusculus* glicin felvétele — Усвоение глицина у *Scenedesmus obtusiusculus* 247
- Lajos J. M. Felföldy*: and *Gábor Uherkovich*: Cultivation of the green algal strain 5618. *Scenedesmus obtusiusculus* in artificial sea water — Az 5618. *Scenedesmus obtusiusculus* zöld algatörzs tenyésztése mesterséges tengervízben — Куптирование штамма зеленных водорослей (*Scenedesmus obtusiusculus*) № (5618) в искусственной морской воде 255
- István Kárpáti and Vera Kárpáti*: Contribution to the ecology of the steppe vegetation of the Tihany Peninsula I. Description of the sample area and of the plant coenosis analysed — Adatok a Tihanyi-félsziget sztyepp-vegetációjának ökológiájához I. A mintavételi terület és az analizált növényi cönózisok leírása — Данные к экологии степной вегетации Тиханского полуострова I. Описание области собрания и ценоза анализируемого растения 265
- Jan Květ and Milena Rychnovská*: Contribution to the ecology of the steppe vegetation of the Tihany Peninsula II. Water retention capacity of some characteristic grass and forb species — Adatok . . . II. Néhány jellegzetes fűféle és pozsgáslevelű növény vízvisszatartó-képessége — Данные к экологии . . . II. Способность к сохранению воды некоторых вид трав и суккулентов 275
- Milena Rychnovská and Jan Květ*: Contribution to the ecology of the steppe vegetation of the Tihany Peninsula III. Estimation of drought resistance based on the saturation of water deficit — Adatok . . . III. Szárazságtűrőképesség megállapítása vízhiány-telítettség alapján — Данные к экологии . . . III. Определение выносимости сухости на основе отсутствия насыщенности водой 289
- László Tóth*: Studies on the oxidative assimilation of unicellular algae. I. Effect of sugars on the respiration of *Chlorella vulgaris* — Tanulmányok az egysejtű algák oxidatív asszimilációjáról — Наблюдения по окислительной ассимиляции одноклеточных водорослей I. Влияние различных сахаров на *Chlorella vulgaris* Beyer 297
- Krónika — Cronicle — Хроника 307

A kiadásért felel az Akadémiai Kiadó igazgatója

Műszaki szerkesztő: Vidosa László

A kézirat beérkezett: 1965. VII. 13. — Példányszám: 1000 — Terjedelem: 28 (A/5) ív + 8 oldal melléklet

65.61072 Akadémiai Nyomda, Budapest — Felelős vezető: Bernát György

