

**ERNÄHRUNGS-UNTERSUCHUNGEN AN CHIRONOMIDEN DES
BALATON I. QUANTATIVE ERNÄHRUNGS-UNTERSUCHUNGEN
AN LARVEN VON *CHIRONOMUS PLUMOSUS* L.**

BÉLA ENTZ

Eingegangen: 15. März 1964.

In der Lebewelt des Süßwassers spielen die Chironomiden zufolge ihres häufigen und massenhaften Vorkommens eine bedeutende Rolle. Ihren Larven kommt auch in medizinischer Beziehung eine grosse Bedeutung zu (THIENEMANN 1954, p. 626—650), doch sind sie insbesondere als Fischnahrung wichtig, denn sie bilden die hauptsächlichste Nahrung der Brassenarten, die einen grossen Anteil der im Balaton lebenden Fische ausmachen. Doch trotzdem schwärmen ihre Imagines in solchen Massen aus dem See, dass z. B. Die Menge (Lebendgewicht) der gewöhnlichen Zuckmücken (*Chironomus plumosus* L.) jährlich 1000 Tonnen beträchtlich übersteigt (ENTZ 1954). Andere Arten, wie z. B. die kleinere Art *Procladius punctipennis* Mg. kommen in noch weit bedeutenderer Individuenzahl vor als die gewöhnlichen Chironomiden. Auf diese Weise kommt diesen massenhaft auftretenden Arten im Nahrungsvorrat des Balaton und im Stoffkreislauf des Sees im allgemeinen eine bedeutende Rolle zu.

Zur Klärung dieser Frage haben wir an den Larven der Chironomiden Untersuchungen begonnen, um in Erfahrung zu bringen in welcher Weise sie im Laufe ihrer Nahrungsaufnahme den in den obersten Sedimentsschichten des Sees sich anhäufenden Detritus nutzbar machen.

Als unmittelbares Ziel unserer Untersuchungen haben wir uns vorgenommen festzustellen, welche Mengen von Schlamm diese roten Larven, die überall im Bodenschlamm des Sees anzutreffen sind, verzehren bzw. aufarbeiten.

Mit der Ernährung der Chironomiden befassen sich viele Studien. In seiner zusammenfassenden, „Chironomus“ betitelten, grossen Arbeit behandelt THIENEMANN ausführlich und auf Einzelheiten eingehend dieses Thema (1954, p. 54—130). Auch danach sind noch zahlreiche Arbeiten dazu erschienen (BELJAVSKAJA 1956, LUFEROW 1957, RUSINA 1956, PROVOST und BRAUCH 1959).

Speziell mit der Ernährung der detritophagen Chironomidenarten befassen sich ÄLSTERBERG (1925), BORODITSCH (1956), HARNISCH (1954), KONSTANTINOW (1959), MARGOLINA (1961), RODINA (1949), WALSHE (1947) und (1951) u. s. w. Diese Untersuchungen an *Chironomus plumosus* erstreckten sich teilweise auf die Art der Nahrungsaufnahme. So stellt ÄLSTERBERG unter anderem fest, dass die *Chironomus-plumosus*-Larven durch ihre Nahrungsaufnahme hauptsächlich zu einer Verschiebung, bzw. Vermischung der

Schlammpartikelchen in horizontaler Richtung beitragen. Nach Walshe (1947) spinnt die Larve der gewöhnlichen Zuckmücke in kurzen Zeitspannen ein Netz, welches sie sodann nach 1—2 Minuten samt Inhalt verzehrt. HARNISCH lässt diese Art der Nahrungsaufnahme der Larven nur unter gewissen Umständen gelten und stellt dafür ein unmittelbares Schlammfressen in den Vordergrund. Mehrere Autoren (wie z. B. BORODITSCH, 1956. MARGOLINA 1961) weisen auf die Wichtigkeit der Algen für die Nahrungsaufnahme der Chironomiden hin. BORODITSCH stellt durch Experimenten fest, dass die Entwicklungsdauer der Larven bei ausschließlicher Fütterung mit *Scenedesmus* (— einer Grünalge —) mehr als 100 Tage beträgt, während sie unter natürlichen Bedingungen 30—54 Tage ausmacht. Wenn dagegen dem Futter ausser *Scenedesmus* auch *Azotobakter* beigemischt wird, stimmt die Entwicklungsdauer mit jener unter natürlichen Bedingungen überein. Dies bestätigen auch die Beobachtungen von RODINA (1949), wonach diese Larven auch mit reiner Bakteriennahrung aufgezogen werden können.

BORODITSCH unternahm ferner Untersuchungen, um festzustellen, in welcher Zeit sich der Darmkanal der Larven in den verschiedenen Jahreszeiten füllt. Er verwendete 15—20 Stunden lang in reinem Wasser gehaltene (hungernde) Exemplare, deren Darmkanal vollständig leer war. Laut seinen Beobachtungen füllte sich der Darmkanal dieser Larven im Frühjahr innerhalb von 13—14 Stunden, doch verringert sich diese Zeitspanne im Sommer infolge der intensiveren Nahrungsaufnahme auf 3 Stunden. Nach Untersuchungen von KONSTANTINOW (1959) an *Chironomus dorsalis* wird die Häufigkeit der Nahrungsaufnahme, ebenso wie die zwischen zwei Entleerungen verstrichene Zeitdauer durch die Qualität der Nahrung und durch die Temperatur wesentlich beeinflusst. Keine der erwähnten Untersuchungen erstreckte sich jedoch auf die Ermittlung der tatsächlich verzehrten Schlammmenge.

Methode

Für unsere Untersuchungen sammelten wir die dazu benötigten Larven aus den +3° C Sedimenttemperatur aufweisenden schlammigen Teilen des eisbedeckten Balatonsees mittels eines bekannten Bodengreifers, System EKMAN—BIRGE, von Dezember 1963 bis zum Februar 1964. — Der Schlamm wurde mit einem Perlonsieb von 1 mm Maschenweite durchgeseibt. Die so gewonnenen Larven wurden sogleich in vorher bereits durchgeseibtem Schlamm gesammelt. Zu den Untersuchungen wurde — abgesehen von besonders bezeichneten Fällen — stets frisch eingesammeltes Material verwendet. Zur Feststellung der Menge des verzehrten Schlammes und der Zeitdauer, in welcher die Nahrung den Darmkanal passiert, haben wir gefärbten Schlamm hergestellt; da hierzu die für die Sestonfressenden Organismen ausgearbeiteten Messungsmethoden (BROWN 1960, DZJUBAN 1939, GAJEVSKAJA 1949, JÖRGENSEN 1949, RODINA 1946 und 1950, RYLOW 1930, SOROKIN et MESKOW 1958) nicht anwendbar waren. Zur Färbung des Schlammes haben wir verschiedene Substanzen ausprobiert. Karminpulver erwies sich als unzuverlässig; Methylenblau färbt zwar den Schlamm ausgezeichnet, doch verfärbt sich der Farbstoff im Laufe des Passierens des Darmkanals der Larven. Fluoreszein färbt wiederum eher das Wasser als den Schlamm selbst. Am geeignetsten erwies sich Enzianviolett, welches sich vorzüglich an den Schlamm bindet, das Wasser unter den experimentellen Verhältnissen kaum färbt,

seine Farbe auch beim Passieren des Darmkanals der Larven beibehält, in der angewendeten Konzentration (40 mg Farbe pro 100 ml natürlicher Schlamm) den Darmkanal selbst ungefärbt lässt und auf die Larven keinen nachteiligen Einfluss ausübt. In zehnfacher Konzentration (400 mg%) färbt dieser Farbstoff die Larven vollkommen und kann eventuell ihr Zugrundegehen herbeiführen. Bei der angewendeten Konzentration konnte die Weiterbewegung des gefärbten Schlammes im Darmkanal mittels eines binokularen Mikroskopes auch von aussen beobachtet werden. Im Gegensatz zu den gleichfalls schlammfressenden zahlreichen anderen Insekten und Anneliden (HANSON 1948) bewegt sich der Darminhalt der Larven durchaus stetig und gleichförmig vorwärts, eine Vermengung oder eine Rückwärtsbewegung war nicht zu beobachten; dementsprechend sind im preparierten Darminhalt die gefärbten und ungefärbten Abschnitte wohl zu unterscheiden.

Das Feucht- und Trockengewicht des herausgezierten Darminhaltes wurden abgemessen, und zwar die gefärbten und ungefärbten Teile separat. Das Feuchtgewicht zeigte sich je nach der Konsistenz des Exkrementes — welches im allgemeinen etwa ein Zwei- bis Dreifaches des Trockengewichtes betrug — verschieden. Dementsprechend gelten alle im Nachstehenden auf den Darminhalt bezüglichen Angaben stets für das Trockengewicht.

Wir haben auch das Gewicht der Exkremente der Tiere gemessen. Zu diesem Zwecke wurden die Larvenzahl in Körbchen aus Kupfersiebstoff mit 0.8 mm Maschenweite eingesetzt. Jedes Körbchen hatte eine Grundfläche 3×5 cm und eine Höhe 4 cm. Die Körbchen wurden zur Hälfte ins Wasser getaucht und derartig gestützt, daß die Entleerungen in einem das ganze System umfassenden Kunststoff-Gefäß leicht gesammelt werden könnten.

Um entscheiden zu können, in welcher Weise sich die Larven in vertikaler Richtung bewegen, haben wir am Boden eines 250 ml fassenden Gefäßes 3 cm hoch violetten Schlamm eingefüllt; darauf wurde eine etwa 2 cm ungefärbte Schlammschicht gelegt. In dieses System haben wir dann entweder frische Larven in die höhere Schlammschicht eingesetzt oder dazu vorher längere Zeit hindurch in violettgefärbtem Schlamm gehaltene Larven in die untere, violette Schlammschicht gebracht. Das Ergebnis wurde nach je 48 Stunden festgestellt.

Das Lebendgewicht wurde mit 0.1 mg Genauigkeit nach Betäubung der Larven in einer 1%-igen Uretan-Lösung sowie nach Abtrocknen derselben auf Fließpapier gemessen. Darauf erfolgte die Feststellung der Länge der Larven auf Millimeterpapier, sodann eine sorgfältige Praeparierung und Trocknung des Darminhaltes. Der getrocknete Darminhalt wurde mit einer Genauigkeit von 0.001 mg gewogen.

Durchführung der Untersuchungen und Ergebnis

Von mehreren Hunderten der untersuchten Larven haben wir an 1200 Exemplaren Messungen der Länge, des Gewichts und des Darminhalts vorgenommen. Die *Abbildungen 1, 2 und 3* zeigen die Ergebnisse. Aus diesen erhellt, daß die Länge der Larven in mehr als 95% der untersuchten Exemplare sich zwischen 18–28 mm und das Gewicht zwischen 14–54 mg bewegte (*Abb. 1 und 2*). Der Zusammenhang zwischen der Länge und dem Gewicht ist durch die auf *Abb. 3* ersichtliche Kurve *a* dargestellt. Die die Kurve bestimmenden Punkte sind Mittelwerte. Auch die auf *Abb. 3* bezeichneten Punkte der Kurve

b stellten Mittelwerte dar, welche das Trockengewicht des Darminhaltes der zur angegebenen Länge gehörigen Larve (bei frisch gesammelten Material) anzeigen. Die ermittelten Werte geben natürlich die im Balaton zur Winterszeit angetroffenen Verhältnisse an.

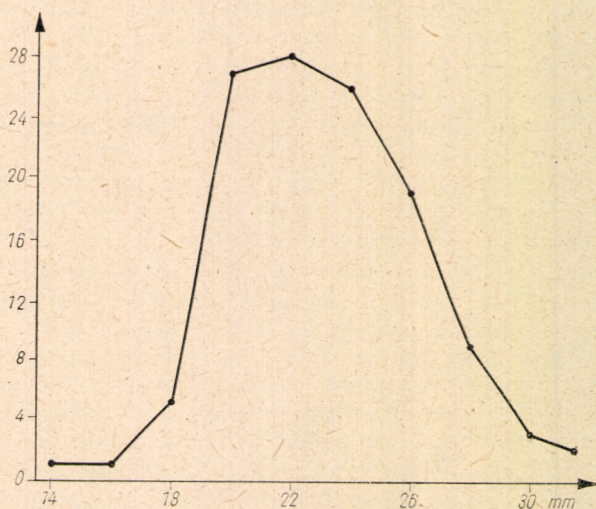


Abb. 1. Verteilung der Larven von *Chironomus plumosus* L. nach ihrer Länge in mm
1. ábra. A *Chironomus plumosus* L. lárvák hosszúsági megoszlása mm-ben

Das Verhalten der aus ihrer Umwelt herausgenommenen Larven ändert sich. Der Darminhalt der stets einen angefüllten Darmkanal aufweisenden Exemplare zeigt sich unter experimentellen Verhältnissen auch unter den gleichen Temperaturs-, Licht- und Sedimentverhältnissen verändert. Bei höherer Temperatur ist die Senkung geringer (s. gestrichelte Linie auf Abb. 4) als bei niedrigerer Temperatur (s. fortlaufende Linie auf Abb. 4). Den Grund hierfür bildet vermutlich der Umstand, dass das Tempo der Nahrungsauf-

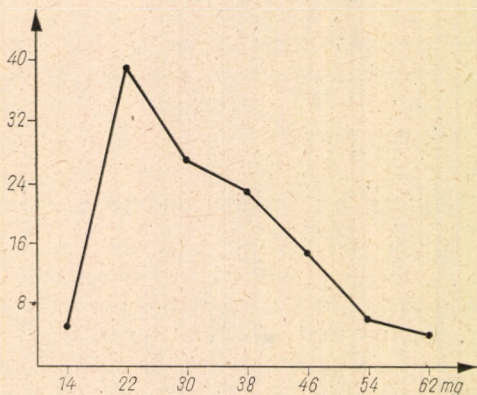


Abb. 2. Verteilung der Larven von *Chironomus plumosus* L. nach ihrem Gewichte in mg
2. ábra. A közönséges árvaszúnyog álcáinak súly szerinti megoszlása mg-ben

nahme bei erhöhter Temperatur lebhafter wird, wie sich dies auch bei anderen Experimenten erwiesen hat. Die gewonnenen Werte wurden auf die Weise ermittelt, dass wir an je 15 Individuen parallele Experimente vornahmen und die erhaltenen Mittelwerte errechneten. Die in violett gefärbten Schlamm ein-

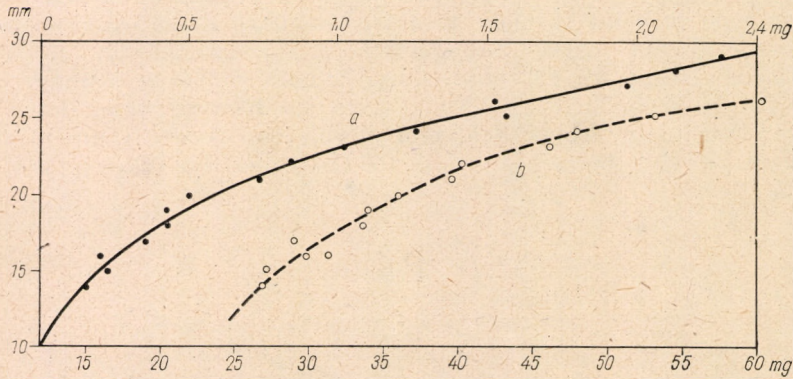


Abb. 3. Verhältnis von Länge zu Gewicht der Larven von *Chironomus plumosus* L. (mm : mg); a — Verhältnis der Länge der Larven (mm) und b — des Trockengewichts-Verhältnisses ihres Darminhaltes (mg)

3. ábra. A közönséges árvaszúnyog lárváinak hosszúság—súly viszonya (mm—mg). a. A lárvák hosszúságának (mm) és béltartalmuk szárazsúlyának (mg) aránya b

gesetzten Larven wurden nach 4, 6 bzw. 8 Stunden seziiert. Ähnlich wie Konstantinow (1959) haben auch wir eine verlangsamte Nahrungsaufnahme bei einer Änderung des ursprünglichen Mediums beobachtet, was sich einerseits in der Verminderung des Darminhaltes und andererseits in einer langsameren Aufnahme frischer Nahrung zeigte. Wenn wir das Verfahren von BORODITSCH anwendeten, das heisst, wenn wir hungrige Exemplare mit leerem Darmkanal in Schlamm einsetzten, fanden wir, daß sich deren Darmkanal in

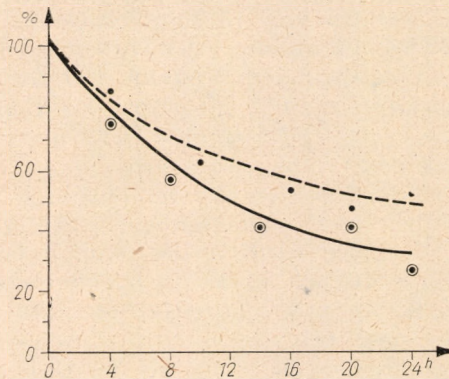


Abb. 4. Veränderung des Darminhaltes der Larven von *Chironomus plumosus* L. innerhalb 24 Stunden vom Einsammeln an gerechnet, den ursprünglichen Darminhalt mit 100% angenommen. — — — Veränderung bei +14° C; — — — Veränderung bei +4° C

4. ábra. A lárvák béltartalmának változása a begyűjtéstől számított 24 óra alatt, ha az eredeti béltartalmat vesszük. — — — Változás +14° C-on; — — — Változás +4° C-on

beträchtlich kürzerer Zeit füllte, als sich der Darmkanal der aus naturfarbenem grauen Schlamm in violett gefärbten, beziehungsweise umgekehrt, aus gefärbten violetten in grauen Schlamm umgesetzten Individuen änderte; das bedeutet also, daß die von BORODITSCH angegebenen Zeiten kürzer sind, als wie sie sich tatsächlich in Wirklichkeit ergeben. Ausserdem läßt sich nach der Methode von BORODITSCH auch das Anfüllen des Darmkanals an Exemplaren mit leerem Darmkanal im Verhältnis zur Sättigung bei Experimentsbeginn nicht feststellen. Darum haben wir für unsere diesbezüglichen Untersuchungen bzw. Experimente ausschließlich frisch eingesammelte Larven verwendet, welche wir unmittelbar in gefärbten Schlamm einsetzten, dessen Temperatur der natürlichen ($+4^{\circ}\text{C}$) entsprach oder um 10°C wärmer war (also $+14^{\circ}\text{C}$). Die

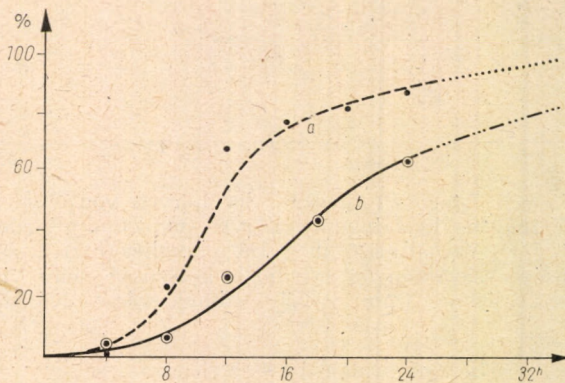


Abb. 5. Austausch des Darminhaltes der Larven in % des vollständigen Darminhaltes.
a — bei $+14^{\circ}\text{C}$; *b* — bei $+4^{\circ}\text{C}$
 5. ábra. A lárvák béltartalmának kicserélődése a teljes béltartalom %-ában kifejezve.
a = $+14^{\circ}\text{C}$ -on; *b* = $+4^{\circ}\text{C}$ -on

Ergebnisse sind aus Abb. 5 ersichtlich. Die zu den Kurven gehörigen gemessenen Werte sind Durchschnitte von 15 Parallelwerten. Aus der *Abbildung* erhellt auch, dass die Nahrungsaufnahme der Larven bei niedrigerer Temperatur langsamer erfolgt als in wärmerem Medium. Der Austausch des Darminhaltes im Darmkanal der Larve zu 50% dauert bei $+4^{\circ}\text{C}$ ungefähr 20 Stunden, dagegen bei $+14^{\circ}\text{C}$ bloss etwa 10.5 Stunden. Der Unterschied läßt sich sehr wohl durch den Einfluß der Temperatur begründen.

Wie dies bezüglich der Insekten aus der Fachliteratur wohlbekannt ist (WIGGLESWORTH 1953), besteht hier eine erhebliche Streuung in den einzelnen Werten. Bei einigen Individuen wird der Darminhalt bei $+14^{\circ}\text{C}$ praktisch fast völlig innerhalb von 8 Stunden ausgetauscht, andererseits fanden sich bei $+4^{\circ}\text{C}$ auch solche Exemplare, welche sogar durch 24 Stunden hindurch praktisch gar keine Nahrung aufnahmen.

In ähnlicher Weise ergaben sich auch bei der Untersuchung der Exkremente recht starke Streuungswerte. Wir haben mehrere Zehnerserien untersucht, bei welchen wir 10 Minutenweise die Menge der entleerten Exkremente aufzeichneten bzw. abwogen. Ein grosser Teil der Larven zeigte eine fast völlige Entleerung des Darmkanals innerhalb von 60–90 Minuten, andererseits fanden sich auch genügend Exemplare, welche selbst nach 24 Stunden keinerlei

Entleerung aufwiesen. Bei diesen Messungen wurden die Versuchstiere in reinem Balatonwasser gehalten. In Übereinstimmen mit ÅLSTERBERG (1925) konnten wir beobachten, dass eine völlige Entleerung des Darmkanals kaum eintritt. Abweichend von BORODITSCH (1956, p. 132) sind hierzu 15–20 Stunden bei Weitem nicht ausreichend, und in der Regel genügen selbst 2–3 Tage nicht. Diese Verschiedenheit läßt sich vielleicht mit der Abweichung des Zeitpunktes der Versuche (Winter bzw. Frühjahr oder Sommer) erklären. Der Großteil des Darmkanalinhaltes entleert sich bei den meisten Larven

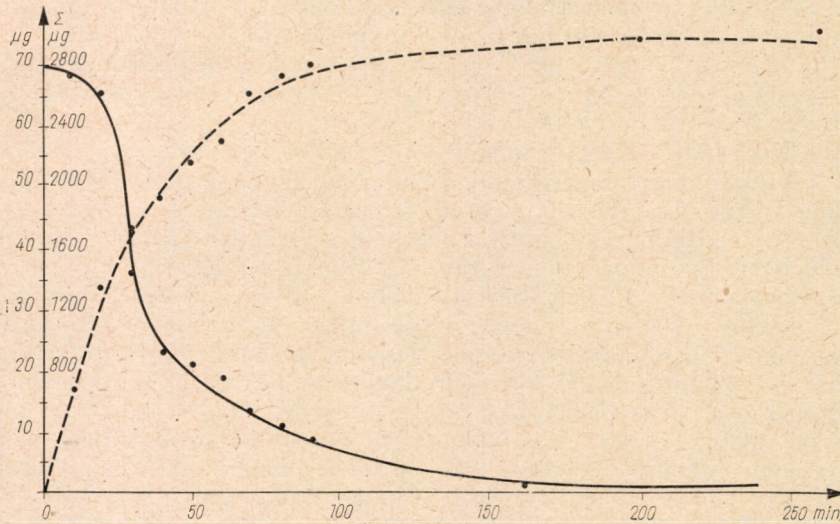


Abb. 6. Trockengewicht der von den Larven entleerten Exkrementklümpchen in g (Ordinate) in Zeitfunktion (Abszisse)

— Menge der in 10 Minuten entleerten Exkremente; --- Menge der bis zu einem gegebenen Zeitpunkt entleerten Exkremente

6. ábra. A lárvák által ürített ürülécsomók szárazsúlya g-ban (ordináta) az idő függvényében (abszcissza). — a 10 percenként ürített ürülék mennyisége. --- a megadott időpontig összesen ürített ürülék mennyisége

innerhalb einer oder häufiger innerhalb von zwei Stunden. Aus Abb. 6 ist ersichtlich (a) wieviel Exkremente die Larven durchschnittlich nach je 10 Minuten entleeren und weiter, wieviel die bis zu einem gegebenen Zeitpunkt entleerte Gesamtmenge der Exkremente (b) beträgt. Die Abgabe der Exkremente beginnt gewöhnlich 5–10 Minuten nach dem Einlegen der Larven in Wasser. Von da an erfolgt die Entleerung durch 60–90 Minuten ziemlich lebhaft, wenn auch mit abnehmender Tendenz; danach verlangsamt sich die Intensität der Abgabe ziemlich stark. In Wasser, das um einige Grade wärmer als das ursprüngliche Element der Larven ist (10–15° C), erfolgt die Entleerung lebhafter als in einem gleich warmen Wasser. Bei 24–30° C hingegen hört die Entleerung auf, und die Larven bleiben völlig ständig regungslos.

Wir versuchten auch, eine rasche und völlige Entleerung des Darminhaltes durch Verabreichung von besonderen Chemikalien zu erreichen, doch blieben unsere diesbezüglichen Bemühungen bisher ohne Erfolg.

Zur Klärung der Frage, ob die Larven unmittelbar aus der Oberschicht (obere Schlammschicht) oder aus tieferen Schichten oder eventuell aus beiden Nahrung aufnehmen, haben wir Experimente mit schichtweise gefärbtem Schlamm durchgeführt (Vergl. p. 167). Larven fanden sich immer sowohl in der naturgrauen wie auch in der violettgefärbten Schlammschicht ihr Darmkanal enthielt zu meist sowohl grauen als auch violetten Schlamm. Das Ergebnis dieser Versuche beweist, dass die Larven der gewöhnlichen Zuckmücke — abweichend von der bisherigen Annahme — ihre Nahrung nicht bloss der oberen Schlammschicht entnehmen, sondern sich diese auch aus den tieferen Schlammschichten suchen. Andererseits beweisen diese Versuche auch, dass sich die Larven im Schlamm hinauf und hinunterbewegen, zu Mindest in der oberen 5–6 cm dicken Schicht. Über die Ergebnisse wollen wir ausführlicher zu einer anderen Gelegenheit berichten (Vgl. ÄLSTERBERG 1925, CZECHUGA 1960, FORD 1962, WALSHE 1951).

Aus den Versuchen ergibt sich, dass die Larven von *Chironomus plumosus* in den Wintermonaten im Schlamm ziemlich unaktiv sind. Der Darmkanal der in der Natur gesammelten Larven war meist gefüllt.

Bringt man die Larven in etwas wärmeres Milieu, wird die Darmtätigkeit rasch lebhafter. Besonders steigert sich das Tempo der Exkretion, doch wird auch nach einem anfänglichen Rückfall auch der Rhythmus der Nahrungsaufnahme lebhafter. Im Zeitraum der Untersuchungen kann es in der Natur auch länger als einen Tag dauern, bis sich der Darminhalt austauscht, im Laboratorium bei $+4^{\circ}\text{C}$ mittlerer Temperatur dauert es durchschnittlich mehr als anderthalb Tage. Unter solchen Umständen lässt sich eine rasche Entwicklung der Larven nicht erwarten. Daher ist auch die durch die Larven aufgearbeitete Schlamm-Menge gering (etwa 2 mg Trockengewicht innerhalb von 24 Stunden).

Bei $+14^{\circ}\text{C}$ wird der Stoffwechsel lebhafter und verkürzt sich die Passage des Schlammes durch den Darmkanal im Mittel auf weniger als 1 Tag; doch ist auch diese Zeit noch wesentlich länger als die von BORODITSCH (1956) für die wärmeren Jahreszeiten angegebenen 6 und sogar bloß 3 Stunden.

Zusammenfassung

1. Die Länge der im schlammigen Sediment des eisbedeckten Balaton angetroffenen Larven von *Chironomus plumosus* (gewöhnliche Zuckmücke) beträgt größtenteils 20–26 mm, ihr Gewicht 20–40 mg. Das Trockengewicht des Darminhaltes ist der Länge des Tieres proportional und beträgt durchschnittlich 0.5–2 mg.

2. Die Dosierung von 40 mg% Enzianviolett ist recht gut geeignet, sowohl den Schlamm als auch den Darminhalt bzw. die Exkremente zu färben.

3. Wird die Larve in ein etwas wärmeres Milieu als ihre ursprüngliche Umgebungstemperatur überführt, beginnt eine sehr lebhaft Exkretion, deren Tempo bereits nach 30–50 Minuten stark zurückgeht. In anderthalb bis zwei Stunden entleert sie einen grossen Teil des Darminhaltes. Eine Umsetzung in ein neues Milieu behindert die Nahrungsaufnahme anfänglich stark; diese wird später wieder lebhafter.

4. Bei höherer Temperatur wird der Rhythmus sowohl der Exkretion als auch der Nahrungsaufnahme rascher. Bei der $+4^{\circ}\text{C}$ betragenden Versuchstemperatur wurden 50% des Darminhaltes in 20 Stunden ausgetauscht, bei $+14^{\circ}\text{C}$ erfolgte dieser Austausch in 10.5 Stunden.

5. Im Winter erfolgt die Entwicklung der Chironomiden-Larven langsam, die durch sie verursachte Stoffbewegung ist im Balaton gering. Eine vermutliche Populationsdichte von 150 Individuen pro m² bedingt nach unserem Ergebnisse ungefähr eine Bewegung von 100—200 mg Schlamm für den Quadratmeter je Tag.

6. Die Larven von *Chironomus plumosus* nehmen ihre Nahrung sowohl von der Schlammoberfläche als auch aus dem Inneren der Schlammschicht auf. Im Laufe dieser Nahrungsaufnahme beteiligen sie sich in horizontaler wie in vertikaler Richtung an der Durchmischung der oberen Schlammschichten.

LITERATUR

- ÅLSTERBERG G. (1925): Die Nahrungszirkulation einiger Binnenseetypen. — *Arch. Hydrobiol.* **15**, 291—338.
- BELJAVSKAJA L. I. i A. Sz. KONSTANTINOW (1956): Белявская Л. И. и А. С. Константинов: Питание личинок Procladius choreus Meig. (Chironomidae, Diptera) и ущерб наносимый ими кормовой базе рыб. — *Воп. Ихтиологии* **7**, 193—203.
- BORODITSCH N. D. (1956): Бородин Н. Д.: О питании личинок *Chironomus F. L. plumosus* и о зимовке их в грунтах спущенных прудов. — *Труды Всесоюз. Гидробиол. Общ.* **7**, 123—147.
- BROWN D. S. (1960): The ingestion and digestion of algae by *Chloeon dipterum*. — *Hydrobiologia* **16**, 81—96.
- CZECZUGA B. (1960): Vertical distribution of *Tendipes f. plumosus* L. larvae in the bottom deposits of a pond. — *Bull. Acad. Polonaise Sci. Ser. Sci. Biol.* **8**, 105—107.
- DZJUBAN N. A. (1939): Дзюбан Н. А. Новые данные о питании некоторых Cyclopidae. — *Тр. Моск. техн. инст. рыб. хоз. и пром.* **2**.
- ENTZ B. (1954): A Balaton termelésbiológiai problémái — *MTA Biol. Orv. Tud. Oszt. Közl.* **5**, 433—461.
- FORD J. B. (1962): The vertical distribution of larval Chironomidae (Dipt) in the mud of a stream — *Hydrobiologia* **19**, 262—272.
- GAJEVSKAJA N. Sz. (1949): Гаявская Н. С.: О пищевой селективности у животных фильтраторов. — *Тр. Всесоюз. Гидробиол. Об-ва* **1**, 159—174.
- HANSON J. (1948): Transport of food through the alimentary canals of aquatic annelids. — *Quart. Jour. Microsc. Sci.* **89**, 47—51.
- HARNISCH O. (1954): Beobachtungen über den Nahrungserwerb der Larve *Chironomus plumosus* L. im Grossen Plöner See. — *Arch. f. Hydrobiol.* **48**, 541—543.
- JØRGENSEN C. B. (1949): Feeding rates of sponges, lamellibranchs and ascidians. — *Nature*. **163**, p. 913.
- KONSTANTINOV A. Sz. (1959): Константинов А. С.: Питание личинок Chironomid и некоторые пути повышения кормности водоемов. — *Тр. VI. Совещ. по пробл. биол. внутренн. вод* **1957**, 267—269.
- LUFEROW V. P. (1957): Луферов В. П.: Питание личинок *Ablabesmyia monilis* L.
- PROVOST M. W., BRAUCH N. (1959): Food of chironomid larvae in Polk county lakes — *Florida entomologist* No **2**, 49—62.
- (Diptera, Tendipedidae) — *ДАН* **116**, 1036—1038.
- MARGOLINA G. L. (1961): Марголина Г. Л.: К вопросу о питании *Tendipes plumosus* в Рыбинского водохранилища. — *Тр. Инст. Биол. Водохр.* **4**, (7) 246—250.
- RODINA A. G. (1946): Родина А. Г.: Опыты по питанию *Daphnia magna* — *Зоол. Ж.* **25**.
- RODINA A. G. (1949): Родина А. Г.: Роль бактерии в питании личинок *Tendipedid* *ДАН*. **67**, 1121—1124.
- RODINA A. G. (1950): Родина А. Г.: Экспериментальные исследования питания *Daphnia*. *Тр. Всесоюз. Гидробиол. Об-ва* **2**, 169—173.
- RUSCHINA O. N. (1956): Рушина О. Н.: Усвоение отмерших водорослей и дафнии личинками *Chironomus dorsalis* Meig. — *Вопр. Ихтиолог.* **6**, 156—173.
- RYLOW V. M. (1930): Рылов В. М.: Некоторые наблюдения на захватом сестона у *Diartomus coeruleus* *Тр. Ленингр. Общ. Естест.* **60**, 149—176.

- SCHILOVA A. I. (1955): Шилова А. И.: О фильтрационном способе питания мотыла *Dipera*, Tendipedidae) — *ДАН*. **105**, 596—598.
- SOROKIN JU. I. and A. N. MESHKOV (1958): The application of radioactive C^{14} to determine the assimilation of protococcoid algae by larvae of the midge *Tendipes plumosus*. — *Dokl. AN*. **118**, 205—208.
- THIENEMANN A. (1954): *Chironomus* — *Die Binnengewässer* **20**, pp. XVI + 834.
- WALSHE B. M. (1947): Feeding mechanism of *Chironomus* larvae. — *Nature* **160**, p. 474
- WALSHE B. M. (1951): The feeding habits of certain chironomid larvae (Subfamily Tendipedinae) — *Proc. Zool. Soc. London* **121**, 63—79.
- WIGGLESWORTH V. B. (1953): The principles of insect physiology. — *London Methuen pp.* VIII + 546.

TÁPLÁLKOZÁSI VIZSGÁLATOK BALATONI CHIRONOMIDÁKON. I.
CHIRONOMUS PLUMOSUS L. LÁRVÁK TÁPLÁLKOZÁSÁNAK
 MENNYISÉGI VIZSGÁLATA

Entz Béla

Összefoglalás

1. A jégborította Balaton iszapos üledékeiben található *Chironomus plumosus* (közönséges árvaszúnyog) lárvák hossza zömmel 20—26 mm, súlya 20—40 mg. A bél csatorna-tartalom szárazsúlya arányos az állat hosszával és általában 0,5—2 mg-ot tesz ki.

2. *Gentianaibolya* 40 mg%-os adagolása igen alkalmas mind az iszap, mind a béltartalom, illetőleg az ürülék megfestésére.

3. Ha a lárvát eredeti környezeténél enyhén melegebb vízbe tesszük, elég élénk exkréció indul meg, melynek tempója már 30—50 perc múlva erősen csökken. 1½—2 óra alatt pedig a béltartalom jelentős része kiürül. A táplálékfelvételt az új közegbe való helyezés különösen eleinte erősen gátolja, később a táplálék felvétele gyorsul.

4. Magasabb hőmérsékleten mind az exkréció, mind a táplálékfelvétel ritmusa meggyorsul. +4° C-on kísérleti körülmények között mintegy 20 óra alatt, +14° C-on pedig 10,5 óra alatt cserélődik ki a béltartalom 50%-a.

5. Télen az árvaszúnyoglárvák fejlődése lassú, anyagmozgató tevékenységük balatoni vonatkozásban csekély, 150 egyed/m²-es népességsűrűséggel számolva ez kb. 100—200 mg iszap m²-enkénti megmozgatását jelenti naponta.

6. A közönséges árvaszúnyog lárvái az iszap felszínéről is, de belsejéből is vesznek fel táplálékot. Ennek során az iszap belsejében vertikálisan is hozzájárulnak a felső iszaprétegek keveredéséhez.

ИЗУЧЕНИЕ ПИТАНИЯ БАЛАТОНСКИХ *Chironomidae*

1. Количественные исследования питания личинок *Chironomus plumosus*.

Б. Энц

1. Длина личинок *Chironomus plumosus* (обыкновенный комар), находящихся в грязевом осадке замерзшего Балатона, равняется в среднем 20—26 мм, а их вес 20—40 мг. Сухой вес содержания кишечного тракта пропорционален длине животного и вообще соответствует 0,5—2 мг.

2. Для окрашивания грязевого материала, содержания кишки и экскретума очень пригоден генциановый фиолет в концентрации 40 mg%.

3. Положив личинку в воду, которая ели теплее температуры исходной ее среды, начинается обильное выделение, темп которого уже через 30—50 минут сильно снижается. Через 1½—2 часа выделяется значительная часть содержания кишки. Прием пищи в

начале переключивания животного в новую среду значительно затормаживается, а потом снова ускоряется.

4. При более высоких температурах ускоряется ритм и выделения и приема пищи. В экспериментальных условиях при температуре $+4^{\circ}\text{C}$ в течении 20 часов заменяется 50% содержания кишки, а при температуре $+14^{\circ}\text{C}$ для такого обмена требуется только 10,5 часа.

5. Зимой развитие личинок комаров замедлено, и их роль в движении материала в отношении Балатона незначительна. Считая плотностью 150 индивид/м² это означает приблизительно передвижение 100—200 мг гязи на м² ежедневно.

6. Личинки обыкновенного комара принимают пищу и с поверхности и с глубины гязи. Поэтому они способствуют перемешиванию верхних слоев гязи.