

UNIVERSITÄT IN RIGA

WISSENSCHAFTLICHE
ABHANDLUNGEN

NEUE FOLGE DER ACTA UNIVERSITATIS LATVIENSIS

KLASSE DER NATURWISSENSCHAFTLICHEN
ABTEILUNG DER FAKULTÄT FÜR MATHE-
MATIK UND NATURWISSENSCHAFTEN

UNIVERSITĀTE RĪGĀ

ZINĀTNISKIE
RAKSTI

LATVIJAS UNIVERSITĀTES RAKSTU TURPINĀJUMS

MATEMATIKAS UN DABAS ZINĀTNU
FAKULTĀTES DABAS ZINĀTNU NO-
DALAS SERIJA

BAND **1.** SĒJUMS

Nr. 4

JĀNIS IMMERS

Die Schwankungen des Gewichtsindex sowie des Wasser-
und Trockensubstanzumsatzes der Leber des *Gasterosteus*
aculeatus L. und des *Phoxinus laevis* Ag. während
des Sexualzyklus

RIGA
LATVJU GRĀMATA
1943

UDK 597

Im 447

PLU
144d

8

L U ZINÄTNISKĀ
BIBLIOTĒKA
~~93-7741~~

Die Schwankungen des Gewichtsindex sowie des Wasser- und Trockensubstanzumsatzes der Leber des *Gasterosteus aculeatus* L. und des *Phoxinus laevis* Ag. während des Sexualzyklus.

(Aus dem experimentell-zoologischen und -zoophysiologicalen Laboratorium des Instituts für vergleichende Anatomie und Physiologie an der Universität in Riga.)

Von Jānis Immers.

Einleitung.

Die Aufgabe dieser Arbeit, die als Vorarbeit zu Untersuchungen des Glykogen- und Fettmetabolismus sexualdimorpher Fische während des Geschlechtszyklus dienen soll, ist:

1) die Bestimmung der Amplitude des individuellen Leberindex $\left(\frac{\text{Lebergewicht}}{\text{Körpergewicht}} \cdot 100 \right)$ beider Arten im Verlauf der verschiedenen Jahresperioden,

2) die Ermittlung der geschlechtlich bedingten Differenzen der Leberindizes und deren Schwankungen im Verlauf des Sexualzyklus und

3) die Prüfung der Rolle der Trockensubstanz und des Wassers bei den Schwankungen des Lebergewichtsindex sowie der gegenseitigen Beziehungen dieser Faktoren.

Die physiologische Bedeutung der Leber der Vertebraten im Verlauf biologischer Prozesse ist hinlänglich bekannt. Wie verschieden aber die Größe der Leber, resp. der Leberindex einzelner Arten sein kann, zeigen z. B. die Arbeiten von S. Schmidt-Nielsen, Arne Flood und Jørgine Stene (13), welche Autoren feststellen, daß der prozentuale Anteil der Leber bei verschiedenen Tiergruppen von 0,80—5,90 schwankt. Selbst bei Vertebraten einer und derselben Selachier-Art *Macrurus rupestris* wurden zu verschiedenen Jahreszeiten Indexschwankungen von 0,55—9,63 ermittelt. Die Untersuchungen von S.

Schmidt-Nielsen, Arne Flood, Jørgine Stene und N. A. Sørensen (15, 16, 17, 18) an Fischlebern zeigen, daß mit wenigen Ausnahmen der Leberindex der Knochenfische zwischen 1—2%, derjenige der Knorpelfische etwa um 5% schwankt. Daß größere Individuen relativ kleinere Lebern haben, war schon F. Reach (11) aufgefallen.

Schon O. Riddle (12) konnte als einer der ersten auf geschlechtlich bedingte Größenunterschiede des Leberindex hinweisen. Seine Untersuchungen an Tauben ergaben, daß die Leber der weiblichen Individuen um volle 9% schwerer als die der männlichen waren. E. Horne Craigie (3) stellte bei den Knochenfischen fest, daß die Zunahme des Lebergewichtes mit dem Wachstum des Körpers bei den ♀♀ und ♂♂ Individuen fast gleich war, nur fand auch Craigie bei ♀♀ Individuen einen höheren Leberindex.

J. Millot (8) glaubte auf Grund von Untersuchungen an Knochenfischen folgern zu müssen, daß für eine jede Art eine typische Leberrelation charakteristisch ist, welche von verschiedenen Faktoren, wie Ernährungszustand, Geschlecht, Jahreszeit u. a., abhängig ist. L. Āboliņš (2) untersuchte die Veränderungen des Leberindex während des reproduktiven Jahreszyklus an Vertretern der Gattung *Crenilabrus* Cuvier. Aus den Tabellen und Diagrammen geht hervor, daß auch bei allen untersuchten *Grenilabrus*-Arten die weibliche Leber größer als die männliche ist. Einen geschlechtlich bedingten Unterschied des Leberindex fanden während des ganzen Sexualzyklus auch M. Kollmann, F. van Gaver und J. Timon-David (5) bei oviparen Selachiern und bezeichneten den Index als ein sekundäres Geschlechtsmerkmal. Diese Forscher fanden außerdem, daß auch der Verlauf der jahreszeitlichen Schwankungen des Leberindex bei beiden Geschlechtern verschieden ist. Interessante mathematische Zusammenhänge zwischen dem Lebergewicht und der Größe des Embryo der viviparen Selachier deckten S. Ranzi und P. Zezza (2, S. 134) auf.

Das Verhältnis von Trockensubstanz- und Wassergehalt der Fischleber untersuchte als einer der ersten H. Lichtenfelt (7). Die Untersuchungen wurden an verschiedenen Arten und zu verschiedenen Jahreszeiten vorgenommen, doch findet man in der Arbeit leider keine Angaben über das Geschlecht der untersuchten Fische. Der durchschnittliche Gehalt der Trockensubstanz der Leber verschiedener Arten betrug 20,46—35,47% mit dem Jahresminimum im Februar 21,00% und dem Maximum im April 35,30%. F. Reach (11) fand bei Vertretern der viviparen Gattung *Torpedo* einen wesentlich höhern Trockensubstanzgehalt (39,69—58,04), als man bei den Knochenfischen ermitteln konnte. Zu Beginn der Gravidität nahm die Leber an Gewicht zu und wies einen erhöhten Fettgehalt auf, doch ging diese Entwicklung während des Wachstums des Embryo wieder zurück. Auch E. Remotti (2, S. 134) wies auf die progressive Verkleinerung der Fischleber während der Gravidität hin, welche Beobachtungen durch die erwähnten Untersuchungen S. Ranzis und P. Zezzas (2, S. 134) bestätigt wurden. Remotti erklärt die zeitweilige Verkleinerung der Leber mit einer teilweisen Degeneration der Zellen selbst, während Ranzi und Zezza diese Erscheinung mit der Reduktion der Zellgröße zu erklären su-

chen. Wesentlich sind auch die Arbeiten C. Parhorns, M. Cahanes und V. Marzas (9) über den Einfluß verschiedener Hormone auf die Schwankungen des Wassergehalts in der Leber der Hammel. Möglicherweise spielen diese Faktoren auch bei den Fischen eine ähnliche Rolle.

Die von mir untersuchten Fischarten sind von dem uns hier interessierenden Gesichtspunkt aus noch nicht untersucht worden, wie auch überhaupt nur wenige Arbeiten die Geschlechtsunterschiede dieser Arten behandeln. Als wesentlichste Arbeit wäre diejenige von E. Titschack (20) zu nennen. Auf Grund von Untersuchungen Eberts an Salamandern und Fröschen sowie seiner eigenen Beobachtungen am *Gasterosteus aculeatus* L. folgert Titschack *à priori*, daß der Chemismus der Leber geschlechtlich bedingt ist, da bei der Reifung der Geschlechtsprodukte von männlichen und weiblichen Gonaden verschiedene Baustoffmengen erforderlich sind. Bedeutungsvoll sind auch die Arbeiten M. Leiners (6) über die sexuelle Reife und die Lebensdauer der Stichlinge. Sämtliche dreistacheligen Stichlinge werden im Alter von einem Jahre bei einer Körperlänge von *ca* 50 mm geschlechtsreif. An Elritzen sind, soweit aus der Literatur bekannt, keinerlei eingehende Untersuchungen in der erwähnten Richtung unternommen worden. Über den Geschlechtsdimorphismus der Elritze ist wohl eine Arbeit V. Vladikovs (21) zu erwähnen, doch schildert dieser Autor nur die für den Systematiker interessanten morphologischen Merkmale.

Die von L. Āboliņš (1, 2) vorgeschlagene Klassifikation des Sexualzyklus der Fische soll im Folgenden auch uns dienen: die Reife- oder Vorbereitungsperiode — *Ppp* (*P. praeparationis*), die Laichzeit — *Ppd* (*P. productionis*), die unmittelbare Nachlaichzeit — *Pns* (*P. neutralisationis*) und die Zeit der Wiederherstellung der Geschlechtsprodukte, die Ruheperiode — *Prs* (*P. restitutionis*).

Zum Schluß der Einleitung will ich nicht verfehlen, meinem Lehrer, Herrn Prof. L. Āboliņš, meinen herzlichsten Dank für das Thema und alle Hinweise und Vorschläge während der Arbeit auszusprechen.

Material und Methode.

Die zur Untersuchung gelangten Stichlinge, *Gasterosteus aculeatus* L., stammten aus dem Unterlauf der D a u g a v a sowie deren Zu- und Abflüssen. Es wurden 33 ♂♂ Exemplare von 60—72 mm Länge und 35 ♀♀ Exemplare von 58—80 mm Länge bearbeitet. Nach M. L e i n e r (6) und W. W u n d e r (22) handelt es sich bei diesen Tieren um 2—3 Jahre alte, vollkommen sexualreife Individuen. Die Elritzen, *Phoxinus laevis* Ag., stammten aus dem Bassin der G a u j a und A m a t a. Es wurden 27 ♂♂ 57—77 mm lange und 33 ♀♀ 61—82 mm lange sexualreife Tiere untersucht.

Vor der Bearbeitung wurde das frische Material in großen, von Leitungswasser durchflossenen Aquarien gehalten. Sofern es notwendig war, die Tiere längere Zeit (1—2 Wochen) zu halten, wurden sie mit „Piscidin“ gefüttert. Außer der Längenmessung (von der Schnauze bis zur Mitte der Schwanzflosse), wurde jedes Individuum gewogen, und zwar die Leber und der übrige Körper gesondert. Zum Präparieren wurden stets nicht mehr als 3 Tiere zugleich mit Chloroform-Äther — (1:1) Mischung betäubt, damit die Dauer der Operation nicht 10—12 Minuten überschritt. Nachdem die Körperoberfläche der chloroformierten Tiere mit Filterpapier abgetrocknet worden war, wurden die Fische und die herauspräparierten Lebern in Wägegläschen mit einer Genauigkeit von 0,1 mg gewogen. Die Gewebe wurden im elektrischen Trockenschrank bei 105°C. getrocknet. Nach dem Trocknen wurden die Wägegläschen 30 Minuten zum Abkühlen im Exikator gehalten und dann geschlossen gewogen. Die erste Wägung wurde nach 24—30 Stunden vorgenommen, die zweite nach 6—8 Stunden. Sofern die Differenz der Wägeresultate mehr als 0,2 mg betrug, wurde das Trocknen noch fortgesetzt und die Objekte zum drittenmal nach 4—6 Stunden wieder gewogen. Nur in vereinzelten Fällen mußten zur Erreichung der Konstanz des Trockengewichts mehr als 3 Wägungen vorgenommen werden.

Das Gesamtrohgewicht oder Totalgewicht des Fisches ist die Summe des Leber- und des übrigen Körpergewichts. Zur Bestimmung des möglichen Fehlers, welcher bei der Rekonstruktion des Totalgewichts entstehen konnte, wurden unversehrte Individuen

gewogen und die Gewichte mit den rekonstruierten Totalgewichten derselben Individuen verglichen. Die gefundenen Differenzen ergaben die Versuchsfehler. Diese Fehler, an sich sehr gering, konnten durch Aufbewahren der Präparate in geschlossenen Wägegläschen noch bedeutend verringert werden.

Im ungünstigsten Fall betrug der relative Fehler 3,9% des absoluten Lebergewichts, bezogen auf den Gewichtsindex der Leber aber nur 0,03—0,13%. Aus den Beobachtungen über die Fehlergrenzen der Bestimmung des Lebergewichtsindex überhaupt geht hervor, daß jene über die in den vorhin errechneten Versuchsfehlergrenzen schwanken können; zudem wird, wie gesagt, der Versuchsfehler bei Benutzung geschlossener Wägegläschen noch verringert. Außerdem ist der Versuchsfehler ein systematischer und verschwindet bei einer Vergleichung der Versuchsergebnisse. Folglich ist auch die Rekonstruktion des gesamten Körpergewichts oder Gesamtrohgewichts aus dem Leber- und dem übrigen Körpergewicht zulässig.

Meistens bezeichnen die Autoren mit dem für eine Art charakteristischen Leberindex das arithmetische Mittel individueller Leberindizes verschiedener Jahreszeiten, wie z. B. J. Millot, H. Lichtenfeld, F. Reach; L. Āboliņš dagegen betrachtet den Minimalindex der frühen Nachlaichtzeit (*P. neutralisationis*) als den für eine Art charakteristischen Leberindex. Auch ich habe (aber nicht als charakteristisch) zum Vergleich der Schwankungen der Lebergröße einer Art das mittlere arithmetische Jahresprozent herangezogen und bezeichne es als die fiktive mittlere Jahreszahl (*M.*). Diese Jahreszahl ist jedoch nicht absolut konstant, da sie ja von der Anzahl der untersuchten Individuen schlechthin sowie von deren Verteilung in die einzelnen Perioden abhängig sein muß. Auch der Umstand, daß der Leberindex bei Männchen und Weibchen unserer Arten sogar während der Neutralisationsperiode sehr verschieden ist, zwingt uns zur Einführung der fiktiven mittleren Jahreszahl *M* als des Ausgangspunkts des Vergleichs der Leberindizes der Art. Wenn wir die fiktive mittlere Jahreszahl auf das Verhältnis des entsprechenden Organs und des übrigen Körpers (Leber: Körper) oder auf die Verhältnisse verschiedener Zustände eines und desselben Organs (Trockengewicht:

Rohgewicht) beziehen, erhalten wir die fiktive mittlere Jahreszahl mit der entsprechenden Bezeichnung der Relation. Die fiktive mittlere Jahreszahl stellt graphisch eine Gerade dar; die Darstellung der Schwankungen des realen Lebergewichtsindex (oder Trockengewichtsindex) im Verlauf des Jahres ergibt aber eine diese Gerade berührende Kurve. Es ergibt sich auch, daß die fiktive mittlere Jahreszahl wenigstens ein oder mehrere Male zu bestimmten Perioden der tatsächlichen realen Zahl entspricht. Dadurch ist die Anwendung der fiktiven mittleren Jahreszahl als Maßstab zum Vergleich der Leberindizes durchaus gerechtfertigt.

Wenn wir als Ausgangsniveau zum graphischen Vergleich der Schwankungen der mittleren Leberindizes einzelner Jahresperioden die Gerade der fiktiven mittleren Jahreszahl wählen und dieses Ausgangsniveau mit 0 (Null) bezeichnen, so erhalten wir für jede zu betrachtende Periode positive (+) oder negative (—) Abweichungen. Die Gründe dieser Abweichungen sind verschiedener Art. Schon F. Rea ch (11) und J. Millot (8) erwähnen verschiedenen wirkende Faktoren. Diese wurden von L. Āboliņš (2) in äußere und innere Faktoren gegliedert. Zu den äußeren gehören: die geographische Breite des Fundortes, die Temperatur, Ernährungsweise, Quantität der aufgenommenen Nahrung u. a. Als innere Faktoren gelten: die morphologischen Konstitutionsfaktoren, die Geschlechtsfaktoren — der Sexual- und Reproduktionsfaktor — und die physiologischen funktionellen Zustandsfaktoren (Ernährungszustand, Alter des Individuums, Ruhe- oder Bewegungszustand, der Wasser- und Blutgehalt der Leber und einige andere). Auch in meiner Arbeit soll dieses System als Haupteinteilung dienen. Die Gruppe der inneren funktionellen Faktoren könnte man noch in 2 größere Untergruppen teilen: 1) in funktionelle Stimulationsfaktoren und 2) in funktionelle Realisationsfaktoren. Zur ersten Untergruppe wären alle die Faktoren zu zählen, deren Tätigkeit in engster Verbindung mit dem neuro-humoralen System steht, während zur zweiten Untergruppe alle Faktoren zu zählen sind, die einen direkten Anteil an den Aufbau- und Abbauprozessen der Organe und damit des ganzen Organismus nehmen.

Die Haupt- und die wichtigste Rolle in der Untergruppe der

funktionellen Realisationsfaktoren fällt der Trockensubstanz und dem Wasser zu. Die Untersuchung der Zusammenarbeit dieser beiden Faktoren bei dem Aufbau der Lebergröße ist eine der Aufgaben meiner Arbeit. Beide diese Realisationsfaktoren ergänzen einander in ihrer Zusammenarbeit in jedem Organ bis zu 100%, und ihre Gesamtsumme ergibt das absolute Gewicht des Organs. Gleichen wir den einen Realisationsfaktor einer bestimmten Größe (z. B. 100 mg oder 100%) des zweiten Faktors an, so erhalten wir das Verhältnis des ersten Realisationsfaktors zum zweiten. Der absolute Wert dieses Verhältnisses ist der Ausdruck für die jeweilige Anteilnahme beider Realisationsfaktoren am Aufbau der Leber. Um einen genauen Überblick über die Zusammenarbeit dieser beiden Faktoren bei einem Einzelindividuum sowie auch bei ganzen Gruppen der Fische im Verlaufe der Jahresperioden zu gewinnen, wollen wir im Folgenden einige Formeln einführen.

$$R_1 = \frac{100 \cdot LTg}{Lg} \dots \dots \dots (1)^*$$

Diese Formel gibt für einen bestimmten Moment einer Periode den prozentualen Anteil der Trockensubstanz in der Leber, m. a. W. die Menge der Trockensubstanz in mg auf 100 mg Lebergewicht an.

$$R_2 = \frac{100 \cdot Lg}{KTg} \dots \dots \dots (2)$$

Formel 2 gibt den prozentualen Anteil des Lebergewichts, bezogen auf die gesamte Körpertrockensubstanz, an oder zeigt, wieviel mg Rohleber 100 mg Körpertrockensubstanz entsprechen.

$$R_3 = \frac{100 \cdot LTg}{KTg} \dots \dots \dots (3)$$

Formel 3 gibt den relativen Anteil der Lebertrockensubstanz an der Körpertrockensubstanz an oder zeigt, wieviel mg Lebertrockensubstanz 100 mg Körpertrockensubstanz entsprechen.

* Abkürzungen: *LTg* = Lebertrockensubstanz, *Lg* = Rohgewicht der Leber, *KTg* = Trockensubstanz des Körpers, *LW* = Wassergewicht der Leber, *Kg* = Körperrohgewicht, *KW* = Wassergewicht des Körpers, *GKg* = Gesamtrohgewicht oder Totalgewicht des Körpers (Lebergewicht einberechnet).

Durch mathematische Ausführungen finden wir leicht aus den 2 ersten Indizes den Wasserindex der Leber — R_4 , bezogen auf das Körpertrockengewicht.

$$R_4 = R_2 - R_3 \text{ oder } \frac{100 \cdot LW}{KTg} \dots \dots \dots (4)$$

$$R_5 = \frac{100 \cdot LTg}{Kg} \dots \dots \dots (5)$$

Die Formel 5 gibt den relativen Anteil der Lebertrockensubstanz, bezogen auf das Körperrohgewicht, an.

Der Wasserindex des Körpers ergibt sich wieder aus den Formeln 3 und 5.

$$R_6 = R_3 - R_5 = \frac{100 \cdot LTg \cdot KW}{KTg^2 + KTg \cdot KW} \dots \dots \dots (6)$$

$$R_7 = \frac{100 \cdot KTg}{Kg} \dots \dots \dots (7)$$

Die Formel 7 drückt den prozentualen Trockensubstanzanteil im Körper aus oder die Anzahl *mg* Trockensubstanz, bezogen auf 100 *mg* Körpergewicht.

$$R_8 = \frac{100 \cdot Lg}{GKg} \dots \dots \dots (8)$$

Diese letzte Formel drückt den relativen Anteil des Leberrohgewichts am totalen Körperrohgewicht oder Gesamtrohgewicht aus oder gibt den schon öfters erwähnten Lebergewichtsindex (Relation, %) an.

Alle Indizes *R* zeigen, wie schon erwähnt wurde, im Verlaufe des jährlichen Geschlechtszyklus bestimmte fallende oder steigende Tendenzen an. Die eine steigende Tendenz bestimmenden Momente in der Leber wären: 1a) Bildung von Trockensubstanz in der Leber, 1b) Zufuhr der Trockensubstanz an die Leber vom Körper aus, 1c) Speicherung der Trockensubstanz in der Leber; 2) Absonderung von Körpertrockensubstanz aus dem Organismus (*Ppd*); 3) verstärkter Abbau von Trockensubstanz im Körper; 4) Zufuhr von Wasser und dessen Speicherung in der Leber; 5) Wasserverlust des Körpers und noch anderes mehr. Die eine fallende Tendenz hervorrufenden Momente wären: 1) Ableitung von Trockensubstanz aus der Leber nach dem Körper; 2) Bildung von Trocken-

substanz in der Leber mit einer parallel dazu verlaufenden verstärkten Ableitung dieser nach dem Körper, resp. Speicherung der Trockensubstanz im Körper; 3) Wasserverlust der Leber; 4) Zunahme des Wassergehalts im Körper u. a. Alle erwähnten Punkte sind wesentlich für die Erklärung der Gewichtsschwankungen der Leber, doch ist es uns noch nicht möglich, in jedem konkreten Fall auf das ausschlaggebende Moment zu schließen. Auch können mehrere der erwähnten Faktoren gleichzeitig einwirken, wobei der eine die durch den andern hervorgerufenen Schwankungen modifiziert und das Endergebnis die Summe mehrerer Faktoren ist. Als Ausnahme von diesem allgemeinen Zustand sind die Formeln zu erwähnen, deren zahlenmäßige Größe nur von einem einzigen Agenten bestimmt ist, z. B. nur von der Leber oder auch nur vom Körper. Diese Ausnahmen müssen beim Vergleich der Indexschwankungen und bei der Abwägung der Rolle der Realisationsfaktoren im Verlauf des Stoffwechsels in Betracht gezogen werden.

Zum Vergleich des Periodenwertes der Indizes (R_1, R_2, R_3 , usw.) haben wir die schon erwähnte fiktive mittlere Jahreszahl (für jede einzelne Art und jedes Geschlecht) gewählt. Diese Zahlen können wir auch indirekt zum Vergleich jeder beliebigen zwei Relationen (Indizes) einer und derselben Periode verwenden, andererseits kann man auch aus dem Vergleich der Differenzen $M-R$ in jedem konkreten Fall über die Bewegung des betreffenden Faktors (Trockensubstanz, Wasser) im entsprechenden Organ schließen. Oben erwähnte ich positive (+) und negative (—) Abweichungen der Kurven der realen Schwankungen des Organgewichts verschiedener Arten und Geschlechter gegen den Verlauf der entsprechenden Kurve der fiktiven mittleren Jahreszahl. Das Zeichen (\pm) zeigt die Richtung der Veränderung des entsprechenden Faktors im untersuchten Organ während einer bestimmten Zeitperiode. Durch Subtraktion der entsprechenden fiktiven mittleren Jahreszahl vom zahlenmäßigen Werte des entsprechenden konkreten Index (Relation):

$$R - M = \pm \alpha^*$$

* α = Bewegungszahl des Index,

αT = Bewegungszahl der Trockensubstanz,

αW = Bewegungszahl des Wassers,

$\alpha (T+W)$ = Bewegungszahl des Gesamtindex.

erhalten wir in jedem einzelnen Fall den absoluten zahlenmäßigen Wert eines Faktors. Es ist die gesamte aktive Größe oder die Bewegungszahl — α — des Index (der Relation).

Die Bewegungszahl des Wasserindex (αW) ergibt sich durch Subtraktion der Bewegungszahl der Trockensubstanz von dem Gesamtindex (Trockensubstanz + Wasser) des entsprechenden Organs:

$$\pm \alpha (T+W) - (\pm \alpha T) = \pm \alpha W$$

Die Bewegungszahl des Index ist die relative Abweichung der Trockensubstanz oder des Wassers eines bestimmten Organs eines Individuums von der für die Art charakteristischen fiktiven mittleren Jahreszahl des Organs.

Den Zustand des Stoffwechselhaushalts (Relation des Wassers und der Trockensubstanz) eines Organs in jeder einzelnen Jahresperiode ergibt die mathematische Beziehung der Bewegungszahl des Index (tätiger Teil) zu der fiktiven mittleren Jahreszahl desselben. (Reserve- oder passiver Anteil). Durch Einsetzen des mathematischen Ausdrucks des Lebergewichts aus der 2. $\left(Lg = \frac{R_2 \cdot KTg}{100}\right)$ und der Lebertrockensubstanz aus der 3. Formel $\left(LTg = \frac{R_3 \cdot KTg}{100}\right)$ in die Formel 1 erhalten wir für die Leber folgende durch die fiktiven mittleren Jahreszahlen und die Bewegungszahlen ausgedrückte Formeln:

$$R_1 = \frac{100 \cdot [MR_3 + (\pm \alpha_3)]}{MR_2 + (\pm \alpha_2)} = \frac{100 \cdot R_3}{R_2} \dots \dots (1a)^*$$

Ebenso erhalten wir durch Einsetzen des Wertes für das Körtrockengewicht $\left(Kg = \frac{100 \cdot LTg}{R_5}\right)$ die folgendermaßen veränderte 7. Formel:

$$R_7 = \frac{100 \cdot [MR_5 + (\pm \alpha_5)]}{MR_3 + (\pm \alpha_3)} = \frac{100 \cdot R_5}{R_3} \dots \dots (7a)$$

* α_2 = Bewegungszahl des Gesamtindex der Leber,

α_3 = Bewegungszahl der Trockensubstanz der Leber und des Körpers,

α_5 = Bewegungszahl des Gesamtindex (Trockensubstanz + Wasser) des Körpers.

Durch Subtraktion des minimalen Wertes von dem maximalen Jahreswert eines Index (einer Relation) erhalten wir die Jahresamplitude — *A* — des entsprechenden Index.

Durch Addition aller maximalen und minimalen Werte der Bewegungszahlen eines Index (Relation) im Verlauf der ganzen Untersuchungszeit erhalten wir die Amplitude der entsprechenden Bewegungszahlen — *A_z*. Die Amplituden geben die Schwankungsbereiche der Indizes des Leber- oder Körpergewichts oder deren Bewegungszahlen an. In gleicher Weise können wir auch die Amplituden für die einzelnen Perioden bestimmen.

Ergebnisse.

A. Der Gewichtsindex der Leber.

Die Einteilung des Sexualzyklus in Perioden wird in hohem Maße von äußeren Umständen diktiert, und zwar von der Temperatur. Da das Untersuchungsmaterial in der Zeit vom Oktober 1934 bis zum Juli 1936 gesammelt wurde, können Individuen, die am gleichen Datum, aber in verschiedenen Jahren gefangen wurden, verschiedenen Perioden angehören, da die thermischen Verhältnisse in jedem Jahre verschieden waren.

Nach unseren Untersuchungen fallen die Jahresperioden des *Gasterosteus aculeatus* L. auf folgende Monate:

<i>Ppp</i> ₁	. . . . .	I.—III.,
<i>Ppp</i> ₂	. . . . .	15. III.—15. V.,
<i>Ppd</i>	. . . . .	V.—15. VII.,
<i>Pns</i>	. . . . .	VI.—VII.,
<i>Prs</i>	. . . . .	VIII.—XII.

Die von uns beobachtete Laichzeit (*Ppd*) entspricht ganz der von Ehrbaum, Moebius und Heineke (zitiert nach 19) gefundenen.

Die Verteilung der Perioden von *Phoxinus laevis* Ag. im Ablauf des Jahres ist folgende:

<i>Ppp</i> ₁	I.—IV.,
<i>Ppp</i> ₂	15. IV.—V.,
<i>Ppd</i>	V.—VI.*,
<i>Pns</i>	VI.—15. VII.,
<i>Prs</i>	VII.—XII.

Auch bei dieser Art fallen unsere Beobachtungen mit denen Nietches (zitiert nach 19) bezüglich der Laichzeit (*Ppd*) zusammen. Die Laichzeit von *Phoxinus laevis* Ag. ist eng begrenzt und dauert ungefähr 15—30 Tage, während die des *Gasterosteus aculeatus* L. von wesentlich weniger scharfen Grenzen umschlossen ist. Laichende Stichlinge kann man noch Anfang September antreffen.

Zu Beginn der vorbereitenden Periode (*Ppp*₁) sind die äußeren geschlechtlich bedingten Merkmale bei unseren Fischen wenig ausgesprochen; daher ist ein Bestimmen des Geschlechts nach äußeren Merkmalen nur mit größeren Fehlern möglich. Zum Schluß der vorbereitenden Periode (*Ppp*₂) ist die geschlechtlich bedingte Pigmentierung der Haut recht ausgesprochen. In der Laichperiode (*Ppd*) ist das Hochzeitsgewand vollkommen ausgebildet, und in den Gonaden sind die reifenden Geschlechtsprodukte leicht erkennbar. In der unmittelbaren Nachlaichzeit (*Pns*) ist das Hochzeitsgewand zum Teil schon verschwunden und verblichen, doch kann man nach demselben fast stets das Geschlecht ihres Trägers bestimmen. Die Gonaden sind stark reduziert und enthalten nur noch geringe Reste nicht gelaichter Eier oder übriggebliebenen Spermias. In der Restitutionsperiode (*Prs*) war es an beiden von uns untersuchten Arten nach dem äußeren Bild verhältnismäßig schwer das Geschlecht zu bestimmen, doch waren die Gonaden stets typisch verschieden. Eine Gewichtszunahme der Gonaden des *Gasterosteus aculeatus* L. ♂♂ war in der Laichzeit (*Ppd*) nicht nachweisbar. Ihre Größe bleibt im Verlauf des ganzen Jahreszyklus fast konstant, was bei der Elritze nicht der Fall ist.

Aus variationsstatistischen Gründen erscheint es angebracht, die Hauptperioden des Jahres noch in Unterperioden aufzuteilen,

* Die Laichzeiten (*Ppd*) der Elritzen waren folgende: 1935: vom 11. V.—15. VI.; 1936: vom 1. V.—28. V.

Tabelle I.
Die Schwankungen des individuellen Lebergewichtsindex gegenüber dem mittleren Leberindex der Perioden.

Perioden	Gasterosteus aculeatus L.						Phoxinus laevis Ag.										
	Männchen			Weibchen			Männchen			Weibchen							
	R _s	1/2 A	Schwankungen %	R _s	1/2 A	Schwankungen %	R _s	1/2 A	Schwankungen %	R _s	1/2 A	Schwankungen %					
Ppp	5,19	1,57	30,2	5,15	1,52	29,5	1,98	0,53	26,7	1,68	0,35	20,9	1,77	0,42	23,7		
	Ppp ₂									2,22	0,21	9,0	3,41	0,14	4,1		
Ppd	3,06	0,63	20,6	3,95	1,80	46,8	—	—	—	2,00	0,18	9,0	—	—	3,58	0,73	20,4
Pns	3,16	1,35	42,7	4,18	0,57	13,6	—	—	—	1,65	0,33	20,0	—	—	2,17	0,56	25,8
Prs	5,02	1,33	26,5	5,59	1,82	32,5	—	—	—	1,78	0,46	25,8	—	—	3,07	1,54	50,1

wie das auch L. Āboliņš selbst (2) mit der *Prs*-Periode schon getan hat. Ich habe bei *Phoxinus laevis* Ag. eine solche Unterteilung der vorbereitenden Periode vorgenommen: $PPP = PPP_1 + PPP_2$. Die Aufteilung des Jahres in möglichst kleine Perioden würde einen der Realität viel näheren mittleren Index für jede Periode und einen gleichmäßigeren Anstieg und Gefälle des Index im Verlauf des Jahres ergeben, womit der Verlauf der Kurve des Index den tatsächlichen Schwankungen mehr entspräche.

Es ist uns klar, daß mit der Unterteilung des Jahres in nur 4 Hauptperioden dieser ideale Zustand durchaus nicht erreicht wird. Somit kann es vorkommen, daß eine und dieselbe Periode Individuen umfaßt, die, wenn sie auch noch nicht zu unterscheiden sind, doch schon verschiedenen sexuellen Entwicklungsstufen angehören. Abgesehen von rein individuellen Schwankungen des Lebergewichts, bedingen gerade die eben erwähnten vereinzelt extremen Fälle das verhältnismäßig hohe Schwankungsprozent der individuellen Werte gegenüber den mittleren Leberindizes der Perioden. Allerdings wird es ohne Zuhilfenahme von mikroskopischer Untersuchung der Gonaden eines jeden Individuums u. a. kaum möglich sein, den sexuellen Jahreszyklus auf noch kleinere Perioden aufzuteilen.

Die Ergebnisse unserer Untersuchungen sind in den Tabellen 2, 3, 4 usw. angegeben und deren zahlenmäßige Werte nach den oben erwähnten Formeln berechnet.

Aus den Tabellen ist ersichtlich, daß die Indexschwankung des Lebergewichts des *Gasterosteus aculeatus* L. bei beiden Geschlechtern gleich geartet ist, doch ist deren Amplitude bei den Männchen größer. Im Verlauf des gesamten Sexualzyklus weist die Schwankung des Lebergewichtsindex ein Minimum bei beiden Geschlechtern in der *Ppd* und ebenfalls ein Maximum in der *PPP* bei den ♂♂ und in der *Prs* bei den ♀♀ auf.

Auch die Jahresschwankungen des Leberindex der Art *Phoxinus laevis* Ag. sind bei den ♂♂ und ♀♀ gleicher Art, aber verschiedener Intensität. Doch ist der Verlauf der Schwankungen wesentlich verschieden gegenüber demjenigen der Art *Gasterosteus aculeatus* L. (Tab. 2). Der Lebergewichtsindex beider Geschlechter der Art *Phoxinus laevis* Ag. weist zwei Minima und zwei Maxima

Tabelle 2.

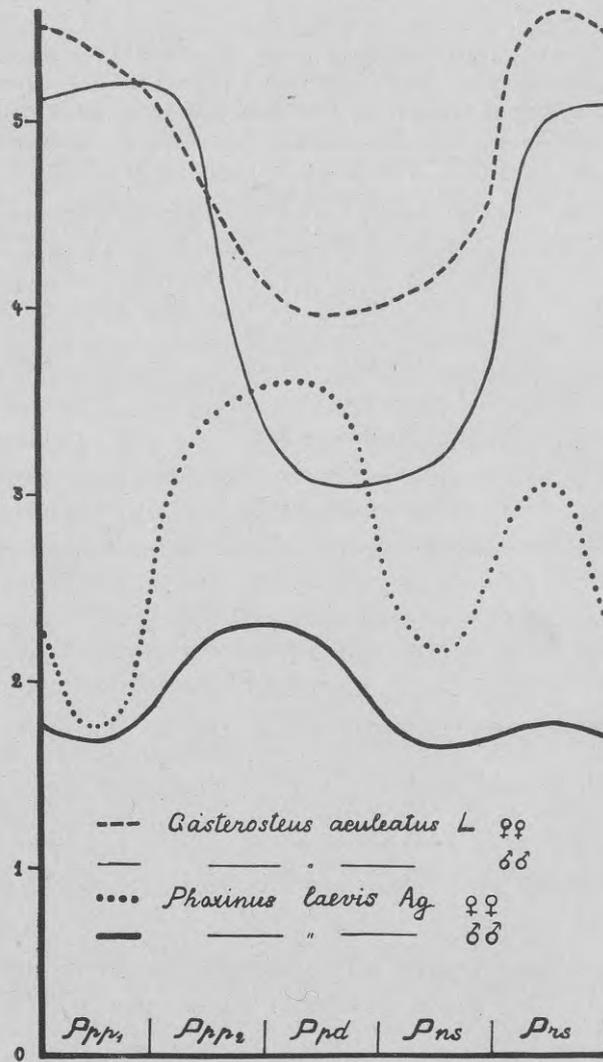
Gasterosteus aculeatus L. und *Phoxinus laevis* Ag. Die fiktiven mittleren Jahreszahlen der Leberindizes (R_s), die Amplituden (A) der Schwankungen der Jahresindizes, die mittleren Indizes der Perioden und deren Bewegungszahlen.

Die Bezeichnung der Art	Perioden	Männchen				Weibchen			
		MR_s	Amplitude	D. mittlere Index d. Leber d. P.	D. mittlere α d. P.	MR_s	Amplitude	D. mittlere Index d. Leber d. P.	D. mittlere α d. P.
<i>Gasterosteus aculeatus</i> L.	Ppp	4,09 ± 0,1	2,13	5,19 ± 0,01	+ 1,10	4,73 ± 0,2	1,64	5,15 ± 0,39	+ 0,62
	Ppd			3,06 ± 0,06	- 1,03			3,95 ± 0,30	- 0,78
	Pns			3,16 ± 0,17	- 0,93			4,18 ± 0,15	- 0,55
	Prs			5,02 ± 0,28	+ 0,96			5,59 ± 0,39	+ 0,86
<i>Phoxinus laevis</i> Ag.	Ppp ₁	1,86 ± 0,06	0,57	1,68 ± 0,16	- 0,18	2,88 ± 0,1	1,81	1,77 ± 0,16	- 1,11
	Ppp ₂			2,22 ± 0,07	+ 0,36			3,41 ± 0,05	+ 0,53
	Ppd			2,00 ± 0,05	+ 0,14			3,58 ± 0,17	+ 0,70
	Pns			1,65 ± 0,07	- 0,21			2,17 ± 0,13	- 0,71
	Prs			1,78 ± 0,21	- 0,08			3,07 ± 0,22	+ 0,19

im Verlauf des Sexualzyklus auf, wobei die Amplitude der Schwankungen bei den ♀♀ ausgesprochener als bei den ♂♂ ist.

B. Der Wassergehalt und die Trockensubstanz der Leber und des Körpers.

Da der Lebergewichtsindex durch das Verhältnis zweier Größen bestimmt wird (Lebergewicht gegen Körpergewicht), können dessen Schwankungen sowohl durch Vergrößerung als auch



Kurve 1.

Gasterosteus aculeatus L. und *Phoxinus laevis* Ag. Kurve des Lebergewichtsindex ($R_s=100, Lg$). Auf der Ordinate — % des Lebergewichts. Auf der

GKg

Abszisse — die Perioden des Sexualzyklus.

durch Verringerung des einen oder des anderen Teiles allein hervorgerufen werden. So wäre es z. B. denkbar, daß der Veränderung des Körpergewichts die Hauptrolle zufällt, während die Größe der Leber während des ganzen Sexualzyklus sich nicht verändert. Diese Annahme aber haben die Untersuchungen an Vertretern der erwähnten beiden Arten als falsch erwiesen. So nimmt bei der Art *Phoxinus laevis* Ag. während der Laichzeit (*Ppd*) das gesamte Körpergewicht wegen der Vergrößerung der Gonaden stark zu, aber andererseits weist auch der Lebergewichtsindex grade während dieser Periode ein Maximum auf. Ähnliches, wenn auch in etwas komplizierter Form, können wir auch bei den Stichlingen beobachten. Die Gonaden der ♀♀ Stichlinge erfahren eine stürmische Entwicklung in der *Ppd*, während die der ♂♂ demgegenüber sogar eine kleine prozentuale Verringerung aufweisen. Da aber die Lebergewichtsschwankungen bei den ♂♂ und ♀♀ gleicher Art sind und beide Geschlechter in der *Ppd* hierin ein Minimum aufweisen, kann die Zunahme des Körpergewichts allein (ebenso wie die Zunahme des Lebergewichts allein) nicht ein Maß für den Index sein. Als Hauptfaktoren, die den Lebergewichtsindex beeinflussen, kann man die in gegenseitiger Zusammenarbeit stehenden funktionellen Realisationsfaktoren, nämlich den allgemeinen Umsatz des Wassers und denjenigen der Trockensubstanz im gesamten tierischen Körper sowie den morphologischen Konstitutionsfaktor betrachten. Das im ganzen tierischen Organismus von den funktionellen Stimulationsfaktoren (Nerven, Hormonen) bestimmte Wasser und die Trockensubstanz rufen Gewichtsschwankungen in jedem Organ hervor und bestimmen den Prozentsatz der Trockensubstanz in demselben in der entsprechenden Periode. Wie wir schon gesehen haben, kann man beim Vergleichen der zweiten und dritten Formel auf die Schwankungen, die das Wasser oder die Trockensubstanz in dem Gewicht der Leber hervorruft, schließen; aus der dritten und fünften Formel dagegen — auf die Schwankungen, die durch den einen oder andern der Faktoren im Gewicht des Körpers entstehen; die erste und siebente Formel sagt über den prozentualen Anteil der Trockensubstanz der Organe aus.

Wenn wir nun die Resultate unserer Untersuchungen nach Perioden, Arten und Geschlechtern gruppieren und dieselben in

T a

Gasterosteus aculeatus L. ♂♂ und ♀♀ und *Phoxinus laevis* Ag. ♂♂
Indizes der

Bezeichnungen	Perioden	Die Zahl der Individuen	$R_1 = \frac{100 \cdot LTg}{Lg}$			$R_2 = \frac{100 \cdot Lg}{KTg}$			$R_3 = \frac{100 \cdot LTg}{KTg}$		
			min.	mittl.	max.	min.	mittl.	max.	min.	mittl.	max.
<i>Gasterosteus aculeatus</i> L. Männchen	Ppp	7	36,57	41,46	43,78	10,60	15,70	20,67	4,51	6,52	9,05
	Ppd	9	23,19	36,04	44,46	7,67	10,62	11,92	1,78	3,88	4,77
	Pns	7	21,05	24,29	26,52	12,93	15,22	18,31	2,74	3,93	4,86
	Prs	9	36,00	49,11	57,63	12,09	15,03	19,61	5,22	7,41	10,04
M.	—	32	—	38,34	—	—	13,98±0,74	—	—	5,46	—
<i>Gasterosteus aculeatus</i> L. Weibchen	Ppp	8	25,82	29,66	34,50	11,55	16,21	24,32	2,98	4,79	6,72
	Ppd	11	23,16	27,55	37,79	9,29	16,46	30,67	2,50	4,42	7,10
	Pns	6	20,36	22,78	24,78	20,05	21,92	26,64	4,63	5,03	6,30
	Prs	10	33,21	41,52	48,76	12,09	16,53	22,34	4,63	6,93	9,59
M.	—	35	—	31,26	—	—	17,65±0,71	—	—	5,33	—
<i>Phoxinus laevis</i> Ag. Männchen	Ppp ₁	4	21,08	23,79	26,35	6,39	8,49	10,62	1,67	1,98	2,30
	Ppp ₂	5	22,56	24,74	25,96	8,36	10,12	11,15	2,15	2,53	2,75
	Ppd	5	25,50	27,49	23,05	7,35	8,99	10,39	2,14	2,45	2,90
	Pns	7	15,02	22,20	27,07	6,94	8,31	9,84	1,25	1,81	2,52
Prs	6	20,25	27,84	35,86	4,35	7,76	10,30	1,41	1,95	2,46	
M.	—	27	—	25,10	—	—	8,67±0,30	—	—	2,12	—
<i>Phoxinus laevis</i> Ag. Weibchen	Ppp ₁	4	19,68	21,37	23,10	7,29	10,05	12,40	1,43	2,16	2,64
	Ppp ₂	4	25,03	27,18	28,96	13,87	15,59	16,50	3,86	4,22	4,67
	Ppd	6	21,76	24,59	26,75	13,14	16,52	21,22	2,86	4,19	5,41
	Pns	6	20,99	25,09	28,57	8,35	10,01	12,04	1,84	2,52	3,44
Prs	13	23,44	26,92	32,81	8,93	12,77	20,41	2,56	3,60	6,57	
M.	—	33	—	25,52	—	—	12,98±0,44	—	—	3,41	—

Übereinstimmung mit den schon genannten Formeln in bezug auf die Trockensubstanz und das Wasser berechnen, können wir folgende Tabellen aufstellen, die uns leicht verschiedene interessante Schlußfolgerungen ermöglichen.

belle 3.
und ♀♀. Die minimalen (min.), mittleren (mittl.) und maximalen (max.)
Perioden.

$R_4 = R_2 - R_3$			$R_5 = \frac{100 \cdot LTg}{Kg}$			$R_6 = R_3 - R_5$			$R_7 = \frac{100 \cdot KTg}{Kg}$			$R_8 = \frac{100 \cdot Lg}{GKg}$		
min.	mittl.	max.	min.	mittl.	max.	min.	mittl.	max.	min.	mittl.	max.	min.	mittl.	max.
6,09	9,18	11,62	1,65	2,28	3,32	2,76	4,23	5,82	32,09	34,22	35,70	3,73	5,19	6,87
5,89	6,85	7,92	0,52	1,15	1,44	1,26	2,72	3,71	32,71	29,77	32,71	2,19	3,06	3,46
8,33	11,28	13,45	0,54	0,79	1,17	2,20	3,13	3,94	19,88	20,92	24,08	2,52	3,16	4,22
5,99	7,62	9,88	1,86	2,55	3,56	3,36	4,85	6,57	32,08	35,21	37,19	4,04	5,02	6,70
—	8,55	—	—	1,71±0,25	—	—	3,74	—	—	30,34	—	—	4,09	—
8,43	11,41	17,60	1,02	1,59	2,03	1,96	3,21	4,11	30,19	33,52	35,54	3,80	5,15	6,87
5,78	12,04	23,57	0,59	1,12	1,58	1,91	3,30	5,65	20,39	25,80	35,00	2,27	3,95	5,88
15,08	16,90	20,34	0,87	1,01	1,24	3,66	4,02	5,06	18,83	20,04	21,39	3,83	4,18	4,98
6,64	9,60	12,96	1,52	2,50	3,64	2,99	4,42	5,95	33,23	34,86	38,21	4,10	5,59	7,75
—	12,03	—	—	1,60±0,08	—	—	3,72	—	—	29,16	—	—	4,73	—
4,71	6,50	8,32	0,34	0,40	0,46	1,32	1,58	1,84	19,46	20,27	21,08	1,33	1,68	2,03
6,21	7,59	8,63	0,48	0,56	0,61	1,67	1,97	2,14	21,91	22,14	22,39	1,97	2,22	2,39
5,21	6,53	7,66	0,49	0,57	0,64	1,56	1,88	2,26	20,76	23,42	27,43	1,87	2,00	2,23
5,29	6,63	7,71	0,25	0,38	0,53	1,00	1,43	2,02	19,37	20,21	21,44	1,39	1,65	2,06
2,94	5,58	7,91	0,32	0,52	0,99	1,07	1,43	1,93	20,43	23,95	26,77	1,06	1,78	2,68
—	6,58	—	—	0,48±0,06	—	—	1,63	—	—	21,88	—	—	1,86	—
5,86	8,04	9,64	0,26	0,39	0,51	1,17	1,77	2,30	16,75	18,29	19,68	1,31	1,77	2,16
10,01	11,12	11,65	0,88	0,96	1,08	2,59	3,01	3,32	21,32	21,78	24,56	3,29	3,41	3,57
10,28	12,33	12,74	0,68	0,91	1,20	2,18	3,12	4,10	20,47	22,62	24,02	3,03	3,58	4,49
6,51	7,49	9,02	0,33	0,57	0,77	1,51	1,95	2,67	18,01	22,20	24,97	1,48	2,17	2,61
4,66	9,13	13,84	0,54	0,86	1,74	1,86	2,74	4,83	21,66	24,88	28,75	2,06	3,07	5,14
—	9,53	—	—	0,77±0,04	—	—	2,58	—	—	22,93	—	—	2,88	—

1. *Gasterosteus aculeatus* L.

a. Männchen.

Aus den in der fünften Tabelle angeführten absoluten Werten der Bewegungszahlen und aus den positiven und negativen Rich-

Gasterosteus aculeatus L. ♂♂. Wasser- und Trocken

Perioden	№№	Datum		Körperlänge mm	Körpergesamt- rohgewicht mg	Körper		Leber	
		d. Einfangens	d. Benutzung			Rohgewicht mg	Trocken- gewicht mg	Rohgewicht mg	Trocken- gewicht mg
Ppp	36	10. III. 36.	17. III. 36.	68	2641,4	2509,6	812,6	131,8	48,2
	37	10. III. 36.	17. III. 36.	70	2957,8	2792,3	912,0	165,5	69,8
	38	10. III. 36.	17. III. 36.	66	2345,4	2258,0	724,8	87,4	37,2
	39	10. III. 36.	17. III. 36.	61	2179,5	2029,7	724,6	149,8	65,6
	40	10. III. 36.	17. III. 36.	64	2645,9	2521,8	889,8	124,1	52,4
	41	20. IV. 36.	20. IV. 36.	65	2488,8	2341,9	827,3	146,9	63,7
	42	20. IV. 36.	20. IV. 36.	67	2754,3	2631,2	874,0	123,1	48,6
Ppd	43	12. V. 35.	20. V. 35.	60	1842,5	1778,8	534,4	63,7	25,5
	44	12. V. 35.	27. V. 35.	65	2342,1	2267,7	741,7	74,4	24,1
	45	12. V. 35.	27. V. 35.	60	1961,4	1900,0	529,6	61,4	27,3
	46	29. V. 35.	1. VI. 35.	66	2551,6	2472,4	723,5	79,2	33,7
	47	29. V. 35.	1. VI. 35.	64	2310,2	2235,2	703,0	75,0	31,1
	48	29. V. 35.	1. VI. 35.	61	2003,7	1947,0	563,8	56,7	21,9
	49	11. VI. 36.	12. VI. 36.	65	2334,5	2260,9	637,8	73,6	23,1
	50	11. VI. 36.	12. VI. 36.	67	2456,7	2376,9	716,6	79,8	24,1
	51	27. VI. 36.	2. VII. 36.	69	2146,1	2109,1	613,1	47,0	10,9
	Pns	52	27. VI. 36.	2. VII. 36.	65	2213,8	2120,3	510,5	93,5	24,8
53		27. VI. 36.	5. VII. 36.	72	2900,5	2813,7	567,5	86,8	22,2
54		27. VI. 36.	5. VII. 36.	71	2788,9	2718,6	540,6	70,3	14,8
55		27. VI. 36.	5. VII. 36.	67	2462,0	2384,7	483,3	77,3	19,3
56		27. VI. 36.	5. VII. 36.	71	2861,9	2777,6	567,7	84,3	19,7
57		9. VII. 36.	10. VII. 36.	68	2653,1	2574,3	609,3	78,8	16,9
58		9. VII. 36.	10. VII. 36.	65	2240,1	2165,1	467,6	75,0	18,3
Prs		59	9. XI. 35.	11. XI. 35.	68	2312,1	2206,2	820,6	105,9	54,8
	60	9. XI. 35.	11. XI. 35.	67	2814,6	2676,0	966,0	138,6	49,9
	61	9. XI. 35.	11. XI. 35.	67	2048,3	1911,0	700,0	137,3	68,1
	62	9. XI. 35.	14. XI. 35.	70	3008,6	2866,0	1039,6	142,6	64,3
	63	9. XI. 35.	14. XI. 35.	66	2105,7	2005,3	623,9	100,4	46,4
	64	25. XI. 34.	29. XI. 34.	—	3140,6	2962,1	1025,4	178,5	102,9
	65	25. XI. 34.	29. XI. 34.	—	3222,6	3082,4	1033,0	140,2	78,3
	66	25. XI. 34.	29. XI. 34.	—	2641,6	2535,1	881,6	106,6	50,2
	67	25. XI. 34.	29. XI. 34.	—	3018,3	2876,3	923,0	142,0	75,0

belle 4.

substanzumsatz. Wägungen und berechnete Indizes.

$\frac{R_1=}{=} \frac{100. \text{LTg}}{\text{Lg}}$	$\frac{R_2=}{=} \frac{100. \text{Lg}}{\text{KTg}}$	$\frac{R_3=}{=} \frac{100. \text{LTg}}{\text{KTg}}$	$R_4=R_2-R_3$	$\frac{R_5=}{=} \frac{100. \text{LTg}}{\text{Kg}}$	$R_6=R_3-R_5$	$\frac{R_7=}{=} \frac{100. \text{KTg}}{\text{Kg}}$	$\frac{R_8=}{=} \frac{100. \text{Lg}}{\text{GKg}}$
36,57	16,22	5,93	10,29	1,92	4,01	32,37	4,99
42,17	16,62	7,01	9,61	2,50	4,51	35,67	5,59
42,56	10,60	4,51	6,09	1,65	2,76	32,09	3,73
43,78	20,67	9,05	11,62	3,23	5,82	35,70	6,87
42,22	13,96	5,89	8,07	2,08	3,81	35,29	4,68
43,40	17,76	7,70	10,06	2,72	4,98	35,22	5,91
39,52	14,08	5,56	8,52	1,85	3,71	33,22	4,47
40,03	11,92	4,77	6,15	1,43	3,34	30,04	3,46
32,39	10,03	3,25	6,78	1,06	2,19	32,71	3,18
44,46	11,59	5,15	6,44	1,44	3,71	27,87	3,13
42,55	10,95	4,66	6,29	1,36	3,30	29,67	3,10
41,47	10,67	4,42	6,25	1,39	3,03	31,45	3,25
38,62	10,06	3,88	6,18	1,12	2,76	28,95	2,83
31,50	11,54	3,62	7,92	1,02	2,60	28,21	3,16
30,20	11,14	3,36	7,78	1,01	2,35	30,11	3,25
23,19	7,67	1,78	5,89	0,52	1,26	29,07	2,19
26,52	18,31	4,86	13,45	1,17	3,69	24,08	4,22
25,58	15,30	3,91	11,39	0,79	3,12	20,17	2,99
21,05	13,00	2,74	10,26	0,54	2,20	19,88	2,52
24,97	15,95	3,99	11,96	0,81	3,18	20,27	3,14
23,37	15,01	3,51	11,50	0,71	2,80	20,22	2,94
22,73	12,93	4,60	8,33	0,66	3,94	20,24	2,97
25,85	16,04	3,91	12,13	0,85	3,06	21,60	3,35
51,75	12,91	6,68	6,23	2,48	4,20	37,19	4,38
36,00	14,50	5,22	9,28	1,86	3,36	35,72	4,92
49,60	19,61	9,73	9,88	3,56	6,17	36,63	6,70
45,09	13,72	6,19	7,53	2,24	3,95	36,27	4,70
46,21	16,09	7,44	8,65	2,31	5,13	36,10	5,01
57,63	17,41	10,04	7,37	3,47	6,57	34,61	5,68
55,85	13,57	7,58	5,99	2,54	5,04	33,51	4,35
47,09	12,09	5,69	6,40	1,98	3,71	34,77	4,04
52,82	15,35	8,12	7,23	2,61	5,51	32,09	5,36

Gasterosteus aculeatus L. ♂♂. Die mittleren Indizes von $R_2 = \left(\frac{100 \cdot Lg}{KTg}\right)$ und $R_5 =$
Trockensubstanz in der

Perioden	L e b e r				
	MR_2	$\alpha(T+W)$	α_T	α_W	$A\alpha_W$
Ppp	15,70 ± 1,10	+ 1,72	+ 1,06	+ 0,66	4,55
Ppd	10,62 ± 0,40	- 3,36	- 1,58	- 1,78	
Pns	15,22 ± 0,65	+ 1,24	- 1,53	+ 2,77	
Prs	15,03 ± 0,65	+ 1,05	+ 1,95	- 0,90	

tungszeichen geht hervor, daß in der *Ppp* die positiv gerichtete Tätigkeit der Trockensubstanz aktiver ist als die des Wassers. In der *Ppd* ist der Anteil beider Faktoren in der Leber sehr beachtlich; doch ist das Wasser etwas aktiver als die Trockensubstanz. Auch in der *Pns* ist die Aktivität des Wassers größer als die der Trockensubstanz; nur in der *Prs* ist die Trockensubstanz wieder der aktivere Teil.

Somit steht in den Perioden *Prs* und *Ppp* der Umsatz der Trockensubstanz in der Leber der ♂♂ Stichlinge an erster Stelle, während der Wasserumsatz in den beiden darauf folgenden Perioden (*Ppd* und *Pns*) am Gesamtumsatz den größeren Anteil nimmt. Aus dem Vergleich der Amplituden ($A\alpha$) der Bewegungszahlen der Trockensubstanz und des Wassers geht hervor, daß in der Leber der Wasserumsatz größeren Schwankungen ($A\alpha=4,55$) als der Trockensubstanzumsatz ($A\alpha=3,53$) unterworfen ist. Folglich fällt also im Haushalt der Leber der ♂♂ Stichlinge dem Wasser die Hauptrolle zu.

Auch im übrigen Körper ist während der *Prs* und *Ppp* die Trockensubstanz am Stoffaustausch mehr als das Wasser beteiligt, was für den Körper auch in allen übrigen Perioden (*Ppd*, *Pns*) der

belle 5.

$\left(\frac{100 \cdot LTg}{Kg}\right)$ für die einzelnen Perioden; die Bewegungszahlen von Wasser und Leber und im Körper.

A α T Leber und Körper	K ö r p e r				
	A α W	MR _s	α(T+W)	α T	α W
3,53	2,13	2,28 ± 0,19	- 0,57	- 1,06	+ 0,49
		1,15 ± 0,08	+ 0,56	+ 1,58	- 1,02
		0,79 ± 0,06	+ 0,92	+ 1,53	- 0,61
		2,55 ± 0,18	- 0,84	- 1,95	+ 1,11

Fall ist. Die Trockensubstanz ist also im Körper größeren Schwankungen (Aα=3,53) ausgesetzt als das Wasser (Aα=2,13). Folglich ist im Körper, im Gegensatz zu der Leber, die Trockensubstanz der aktivere Faktor.

b. Weibchen.

Aus der Tabelle 6 ist ersichtlich, daß bei den ♀♀ Stichlingen, in der *Ppp* der Wasserumsatz der Leber dem der Trockensubstanz überlegen ist, während in der *Ppd* das Umgekehrte der Fall ist. In der *Pns* wird der Anteil des Wassers wieder größer, was auch in der *Prs* der Fall ist. Die Amplitude der Wasserschwankungen (Aα=7,29) in der Leber übersteigt die der Trockensubstanz (Aα=2,51). Folglich ist auch bei dem ♀♀ Geschlecht der Wasserumsatz in der Leber der aktivere Faktor.

Im Stoffwechsel des Körpers sind in der *Ppp* die Indizes der Bewegungszahlen der Trockensubstanz und des Wassers fast gleich, während in der *Ppd* der Trockensubstanzumsatz aktiver ist. In der *Pns* ist die Tätigkeit beider Faktoren wieder fast ausgeglichen: jedoch ist in der *Prs* der Trockensubstanzumsatz wieder dem

T a

Gasterosteus aculeatus L. ♀ ♀. Die mittleren Indizes von $R_2 = \left(\frac{100 \cdot Lg}{KTg}\right)$ und
Trockensubstanz in der

Perioden	L e b e r				
	MR ₂	α(T+W)	α _T	α _W	A α _W
Ppp	16,21 ± 1,5	-1,44	-0,54	-0,90	7,29
Ppd	16,92 ± 1,7	-1,19	-0,91	-0,28	
Pns	21,53 ± 0,9	+ 4,27	-0,30	+ 4,57	
Prs	16,53 ± 1,0	-1,12	+ 1,60	-2,72	

des Wassers überlegen. Aus dem Gesagten geht hervor, daß die Tätigkeit der Trockensubstanz im Körper der ♀ ♀ Individuen größeren Schwankungen ($A\alpha=2,51$) als die des Wassers ($A\alpha=1,23$) unterworfen ist.

Also sind die periodischen Gewichtsschwankungen der Leber bei den ♂♂ wie bei den ♀♀ während des Sexualzyklus in der Hauptsache auf die Schwankungen des Wasserhaushalts im Verlauf des Stoffwechsels der Leber zurückzuführen. Das Verhältnis der Schwankung des Wasserumsatzes zu derjenigen der Trockensubstanz in der Leber ist bei den ♀♀ $\left(\frac{ALW}{ALT} = \frac{2,9}{1,0}\right)$ größer als bei den ♂♂: $\left(\frac{ALW}{ALT} = \frac{1,3}{1,0}\right)$. Im Körper dagegen ist die Amplitude der

- * ALW = Amplitude des Wassergewichts der Leber,
ALT = Amplitude des Trockengewichts der Leber,
AKW = Amplitude des Wassergewichts des Körpers,
AKT = Amplitude des Trockengewichts des Körpers.

belle 6.

$R_5 = \left(\frac{100 \cdot LTg}{Kg} \right)$ für die einzelnen Perioden; die Bewegungszahlen von Wasser und Leber und im Körper.

A α T Leber und Körper	K ö r p e r				
	A α W	MR ₅	$\alpha(T+W)$	αT	αW
2,51	1,23	1,59 \pm 0,12	+ 0,01	+ 0,54	- 0,53
		1,12 \pm 0,07	+ 0,48	+ 0,91	- 0,43
		1,01 \pm 0,05	+ 0,59	+ 0,30	+ 0,29
		2,50 \pm 0,23	- 0,90	- 1,60	+ 0,70

Trockensubstanzschwankungen bei beiden Geschlechtern größer als die der Wassergehaltsschwankungen. Das Verhältnis beider Amplituden ist bei beiden Geschlechtern fast das Gleiche $\left(\sigma : \frac{AKW}{AKT} = \frac{1,0}{1,7} \right)$

$$\text{♀} : \frac{AKW}{AKT} = \frac{1,0}{2,0}$$

2. *Phoxinus laevis* Ag.

a. Männchen.

Aus dem beigefügten Zahlenmaterial (Tab. 7) ist ersichtlich, daß in der Leber der $\sigma\sigma$ Elritzen der Umsatz der Trockensubstanz während der *Ppp*₁ den Wasserumsatz übertrifft, doch schon von der *Ppp*₂ an das Umgekehrte der Fall ist. Das Lebergewicht wird von beiden Faktoren beeinflusst. In der *Ppd* ist der aktive Anteil beider Faktoren verhältnismäßig klein, insbesondere derjenige des Wassers. Jedoch im Verhältnis zu der vorhergegangenen Periode ist der Einfluß des Wassers durchaus aktiv gewesen, indem

T a

Phoxinus laevis Ag. ♂♂. Die mittleren Indizes von $R_2 = \left(\frac{100 \cdot Lg}{KTg}\right)$ und $R_5 = \left(\frac{100 \cdot LTg}{Kg}\right)$
in der Leber und

Perioden	L e b e r				
	MR ₂	α(T+W)	α _T	α _W	A α _W
Ppp ₁	8,49 ± 0,95	- 0,18	- 0,14	- 0,04	1,78
Ppp ₂	10,12 ± 0,59	+ 1,45	+ 0,41	+ 1,04	
Ppd	8,99 ± 0,60	+ 0,32	+ 0,33	- 0,01	
Pns	8,31 ± 0,39	- 0,36	- 0,31	- 0,05	
Prs	7,67 ± 0,79	- 0,91	- 0,17	- 0,74	

dieses durch seine starke Abnahme von einem positiven zu einem negativen Faktor geworden ist. In der *Pns* ist von den beiden die Trockensubstanz der aktivere Faktor, dessen schnelles Gefälle die fast zum Stehen gekommene Abnahme des Wassers stark übertrifft. In der *Prs* übertrifft die Aktivität des Wassers die der Trockensubstanz. Der Trockensubstanzschwund verringert sich, und die Masse der Trockensubstanz nähert sich der fiktiven mittleren Jahreszahl, während der Wassergehalt schnell abnimmt und sich von der mittleren Jahreszahl entfernt. Aus dem Gesagten geht hervor, daß der Wasserumsatz in der Leber größeren Schwankungen ($A\alpha=1,78$) unterworfen ist als der Umsatz der Trockensubstanz ($A\alpha=0,72$).

Im Körper der ♂♂ Elritzen überwiegt der Trockensubstanzumsatz in der *Ppp*₁. Auch in der *Ppp*₂, *Ppd* und *Pns* ist die Trockensubstanz aktiver als das Wasser; nur in der *Prs* überwiegt der Wasserumsatz, doch ist die Bewegungszahl des Wasserindex im Vergleich zu den vorhergehenden Perioden beinahe unverändert

belle 7.

für die einzelnen Perioden; die Bewegungszahlen von Wasser und Trockensubstanz im Körper.

A α T Leber und Körper	K ö r p e r				
	A α W	MR _s	α (T+W)	α T	α W
0,72	0,54	0,40 \pm 0,02	+ 0,08	+ 0,14	- 0,06
		0,56 \pm 0,01	- 0,08	- 0,41	+ 0,33
		0,57 \pm 0,01	- 0,09	- 0,33	+ 0,24
		0,38 \pm 0,01	+ 0,10	+ 0,31	- 0,21
		0,52 \pm 0,09	- 0,04	+ 0,17	- 0,21

geblieben. Die Amplitude der Trockensubstanzschwankungen im Körper der $\sigma\sigma$ Elritzen ($A\alpha=0,72$) ist größer als die des Wassers ($A\alpha=0,54$).

b. Weibchen.

In der Leber der $\varphi\varphi$ Elritzen ist die Tätigkeit beider Faktoren in der *Ppp*₁ intensiv, doch überwiegt die Aktivität des Wassers. Beide Faktoren sind negativ gerichtet. Die *Ppp*₂ unterscheidet sich von der *Ppp*₁ durch die positive Richtung beider Faktoren. Auch hier ist die Aktivität des Wassers überlegen. In der *Ppd* ist der Umsatz der Trockensubstanz unverändert, jedoch nimmt die positive Rolle des Wassers weiterhin stark zu. In der *Pns* sind wieder beide Faktoren negativ bei einer ausgesprochenen Überlegenheit des Wassers. Die geringste Aktivität weisen beide Faktoren in der *Prs* auf. Die Aktivität des Wassers übertrifft in dieser Periode diejenige der Trockensubstanz, obwohl der Umsatz der Trockensubstanz positiv gerichtet ist.

T a

Phoxinus laevis Ag. ♀ ♀. Die mittleren Indizes von $R_2 = \left(\frac{100 \cdot Lg}{KTg}\right)$ und $R_5 = \left(\frac{100 \cdot LTg}{Kg}\right)$
in der Leber und

Perioden	L e b e r				
	MR ₂	α (T+W)	α T	α W	A α W
Ppp ₁	10,05 ± 0,60	- 2,93	- 1,25	- 1,68	4,84
Ppp ₂	15,59 ± 0,55	+ 2,61	+ 0,81	+ 1,80	
Ppd	16,52 ± 0,90	+ 3,54	+ 0,78	+ 2,76	
Pns	10,01 ± 0,90	- 2,97	- 0,89	- 2,08	
Prs	12,77 ± 0,92	- 0,21	+ 0,19	- 0,40	

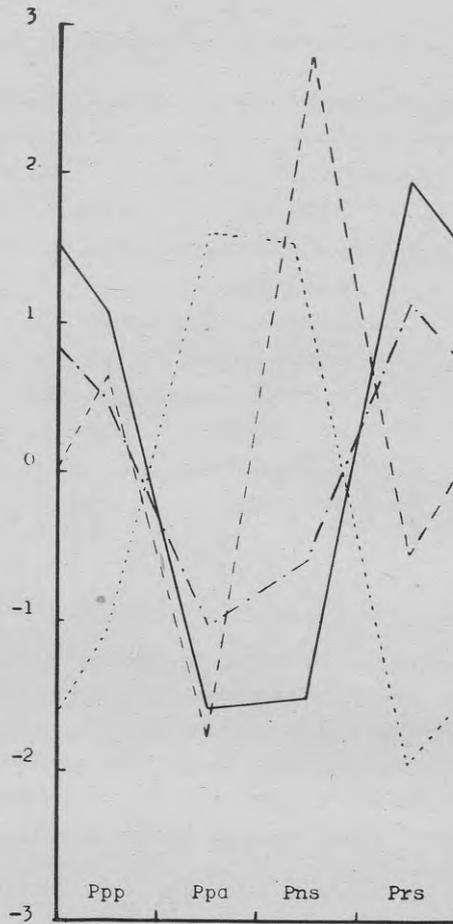
Der Wasserumsatz der Leber der ♀♀ Elritzen weist eine größere Amplitude ($A\alpha=4,84$) auf und ist der aktivere Faktor in allen Perioden. ($A\alpha$ der Trockensubstanz ist gleich 2,06). Im Körperstoffwechsel der ♀♀ Elritzen in der Ppp₁ ist der Anteil der Trockensubstanz an den Indexschwankungen größer als der des Wassers. Auch den übrigen Perioden (Ppp₂, Ppd, Pns, Prs) ist die Trockensubstanz aktiver. Die Amplitude der Trockensubstanzschwankungen ($A\alpha=2,06$) im Körper ist der des Wassers ($A\alpha=1,51$) überlegen. So ist die Trockensubstanz in allen Perioden der aktivere Faktor.

belle 8.

für die einzelnen Perioden; die Bewegungszahlen von Wasser und Trockensubstanz im Körper.

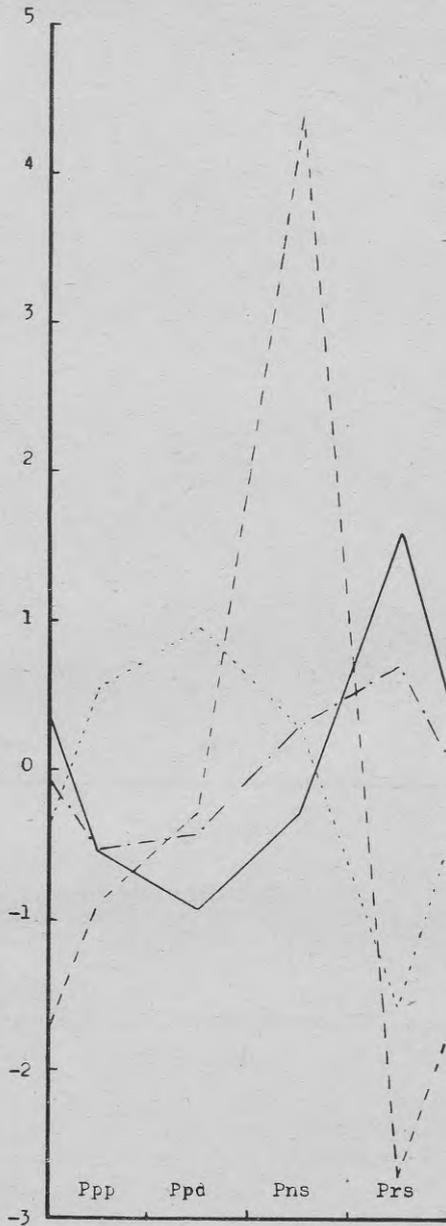
A α T Leber und Körper	K ö r p e r				
	A α W	MR ₅	$\alpha(T+W)$	αT	αW
2,06	1,51	0,39 \pm 0,03	+ 0,38	+ 1,25	- 0,87
		0,96 \pm 0,01	- 0,19	- 0,81	+ 0,62
		0,91 \pm 0,04	- 0,14	- 0,78	+ 0,64
		0,57 \pm 0,05	+ 0,20	+ 0,89	- 0,69
		0,86 \pm 0,08	- 0,09	- 0,19	+ 0,10

Bei $\sigma\sigma$ sowie bei ♀♀ Vertretern der Art *Phoxinus laevis* Ag. ist das Verhältnis der Amplituden der Trockensubstanz und des Wasserumsatzes in der Leber und im Körper durch ähnliche zahlenmäßige Werte bestimmt. Die Gewichtsschwankungen der Leber bei den Elritzen sowie auch bei den Stichlingen ist in der Hauptsache auf die Veränderungen im Wasserhaushalt zurückzuführen ($\frac{ALW}{ALT} = \frac{2,4}{1,0}$); dagegen sind die Schwankungen des Körpergewichts auf die Änderungen des Trockensubstanzfaktors ($\frac{AKW}{AKT} = \frac{1,0}{1,4}$) zurückzuführen.



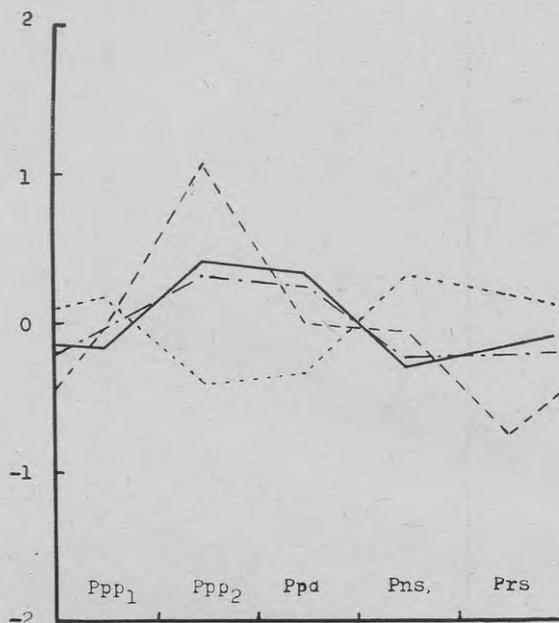
Kurve 2.

Gasterosteus aculeatus L. ♂♂. Der Verlauf der Bewegungszahlen der Trockensubstanz und des Wassers in der Leber und im Körper. Auf der Ordinate — die Bewegungszahlen. Auf der Abszisse — die Perioden des Sexualzyklus. — die Bewegungszahl der Trockensubstanz der Leber; die Bewegungszahl der Trockensubstanz des Körpers; - - - - die Bewegungszahl des Wassers der Leber; - . - . die Bewegungszahl des Wassers des Körpers.



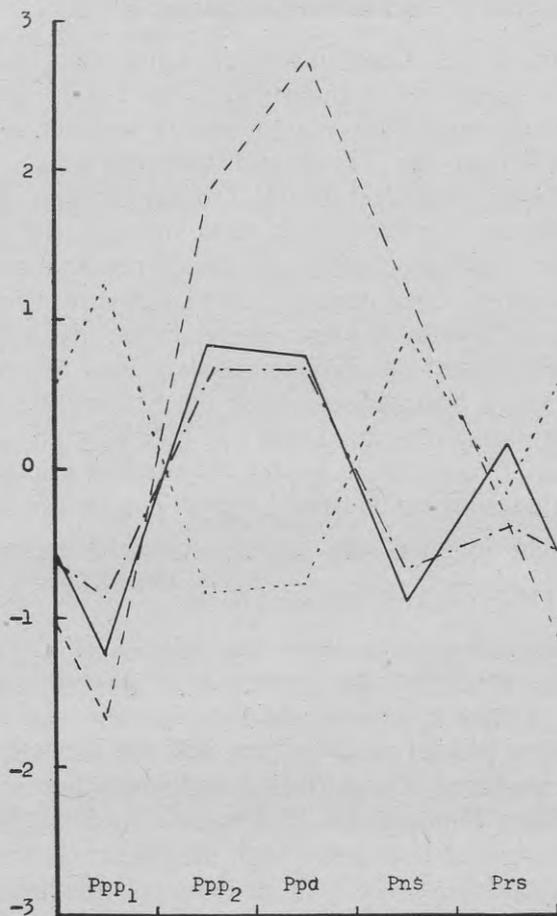
Kurve 3.

Gasterosteus aculeatus L. ♀♀. Der Verlauf der Bewegungszahlen der Trockensubstanz und des Wassers in der Leber und im Körper. Auf der Ordinate — die Bewegungszahlen. Auf der Abszisse — die Perioden des Sexualzyklus. — die Bewegungszahl der Trockensubstanz der Leber; die Bewegungszahl der Trockensubstanz des Körpers; — — — — die Bewegungszahl des Wassers der Leber; —.—.— die Bewegungszahl des Wassers des Körpers.



Kurve 4.

Phoxinus laevis Ag. ♂♂. Der Verlauf der Bewegungszahlen der Trockensubstanz und des Wassers in der Leber und im Körper. Auf der Ordinate — die Bewegungszahlen. Auf der Abszisse — die Perioden des Sexualzyklus. — die Bewegungszahl der Trockensubstanz der Leber; die Bewegungszahl der Trockensubstanz des Körpers; --- die Bewegungszahl des Wassers der Leber; -.- die Bewegungszahl des Wassers des Körpers.



Kurve 5.

Phoxinus laevis Ag. ♀♀. Der Verlauf der Bewegungszahlen der Trockensubstanz und des Wassers in der Leber und im Körper. Auf der Ordinate — die Bewegungszahlen. Auf der Abszisse — die Perioden des Sexualzyklus. — die Bewegungszahl der Trockensubstanz der Leber; die Bewegungszahl der Trockensubstanz des Körpers; — — — die Bewegungszahl des Wassers der Leber; — . — . — die Bewegungszahl des Wassers des Körpers.

Schlußbetrachtungen.

Auf Grund dieser Untersuchungen kann man mit Sicherheit sagen, daß die Gewichtsveränderungen der Leber in der Hauptsache auf Veränderungen im Wasserumsatz und nur in geringerem Maße auf diejenigen der Trockensubstanz beruhen. Das Wasser kann in der Leber schneller als die Trockensubstanz zu- oder abnehmen. Es ist uns vorläufig noch nicht möglich, auf den indirekten Einfluß der Trockensubstanz auf die Veränderungen des Wasserumsatzes in der Leber ohne genauere Kenntnis über deren Zusammensetzung (Eiweiß, Kohlenhydrate, Fette usw.) zu schließen. Im allgemeinen scheint die Trockensubstanz den Wasserumsatz in der Leber nicht zu beeinflussen. Auch die Kurven der Bewegungszahlen der Gesamtindizes der Leber $[\alpha(T + W)]$ erlauben die Annahme, daß das Lebergewicht in der Hauptsache von den Schwankungen im Wasserumsatz abhängig ist (s. Tabellen 5, 6, 7, 8).

Es ist nicht möglich, die jahresperiodische Schwankung der Relation der Lebertrockensubstanz $\left(R_1 = \frac{100 \cdot LTg}{Lg}\right)$ durch die Bewegungszahlen dieses Index allein zu erklären. Hier sind vor allen Dingen die komplizierten Zusammenhänge der Bewegungszahlen der Trockensubstanz einerseits und des Wassers andererseits in Betracht zu ziehen und ist zu beachten, daß die Bewegungszahl des Index nur denjenigen aktiven Teil des Faktors bezeichnet, der in dem betreffenden Moment am Stoffwechselfvorgang Anteil nimmt. Außerdem sind in der Leber wie auch im Körper Trockensubstanzreserven aufgespeichert, die sich in dem entsprechenden Moment am Stoffwechsel nicht beteiligen. Um auch die am Stoffwechsel unmittelbar nicht beteiligten Reserven zu erfassen, wurde im methodologischen Teil eine Ergänzungsformel (1a) für die Leber eingeführt $\left[R_1 = \frac{100 \cdot R_3}{R_2} = \frac{100 \cdot (MR_3 + (\pm \alpha_3))}{MR_2 + (\pm \alpha_2)}\right]$, die diese Reserven und die Indizes der Bewegungszahlen erfaßt. Die Lebergewichtsschwankungen im Verlauf des Sexualzyklus werden in vollem Umfang verständlich, wenn man die entsprechenden Daten aus Tabelle 4 in diese Formel einsetzt.

Wenn wir die Kurven der Bewegungszahlen der Lebertrocken-

substanz und derjenigen des körpereigenen Wassers vergleichen, so erkennen wir, daß der Verlauf der Bewegungszahlen der Indizes der Lebertrockensubstanz dem aktiven Teil des körpereigenen Wassers entspricht. Es ist also durchaus glaubwürdig, daß im Körper unserer Fische weder größere inaktive Wasservorräte bestehen noch zugeführt werden. Das in dem Körper vorhandene Wasser hat, wie es scheint, die Hauptaufgabe, die Gewebe in einem bestimmten konstanten Spannungszustand zu erhalten. Auf diesen konstanten Zustand weist auch die Tatsache hin, daß der Anstieg oder Abfall des zahlenmäßigen Wertes der Bewegungszahlen des Wassers in der entsprechenden Periode im Körper kleiner ist als derjenige der Trockensubstanz, welche dem Körper von der Leber zu- oder abgeleitet wird. Diese Annahme bestätigt auch der Verlauf der Bewegungszahlen des Körpergesamtindex [$\alpha(T + W)$]. Der Gesamtindex des Körpers ist in jeder Periode ein ungefähres Mittelmaß zwischen den Bewegungszahlen der Trockensubstanz und denjenigen des Wassers.

Woher nehmen der Körper und die Leber das Wasser, und wohin wird es geleitet?

Würde die Leber mit dem Körper in gegenseitigem direktem Wasseraustausch stehen, so würde sich auch der Gang der Bewegungszahlen der Indizes des lebereigenen Wassers in den entsprechenden Bewegungszahlen des körpereigenen Wassers widerspiegeln, wie das bei der Trockensubstanz beobachtet werden konnte. Diese Analogie konnte aber nicht festgestellt werden. Es wird dadurch bestätigt, daß die Leber ihren Wasserbedarf nicht aus den Körpervorräten deckt, sondern direkt aus der Nahrung aufnimmt. Aus allen Kurven der Bewegungszahlen des Wassers geht hervor, daß das lebereigene Wasser einerseits und das körpereigene Wasser andererseits sich in keinerlei funktioneller Abhängigkeit voneinander befindet, daß aber die leber- und körpereigene Trockensubstanz in enger funktioneller Zusammenarbeit steht. Andererseits steht die Lebertrockensubstanz, wie schon erwähnt, in engem funktionellem Zusammenhang mit dem leber- und körpereigenen Wasser. Es scheint, daß die Trockensub-

stanz derjenige der Realisationsfaktoren ist, der durch die funktionellen Stimulationsfaktoren dirigiert, den Wasserumsatz in der von ihm bedingten Weise lenkt.

Die charakteristischen Schwankungen des Lebergewichtsindex im Jahreszyklus rufen keine Gewichts- oder -abnahme der Körperteile hervor; diese Veränderungen sind vielmehr durch Zu- oder Abnahme des Lebergewichts zu erklären.

Auch mir scheint die von S. R a n z i und P. Z e z z a vertretene Auffassung, daß eine Verringerung der Leber durch Reduktion der Zellgröße eintritt, am glaubwürdigsten. Wie ich schon erwähnte, fällt dem Wasser die Hauptrolle bei den Veränderungen des Lebergewichts zu, welcher Umstand klar auf die veränderliche Turgeszenz und auf Volumänderungen der Leberzellen hinweist.

Unsere Untersuchungen haben wieder ergeben, daß die ♀♀ Leber der Fische relativ größer, als die ♂♂ Leber ist, wie es schon viele Autoren gezeigt haben. Über die relativen Schwankungen von Wasser und Trockensubstanz in der Leber und im Körper der Fische während des Sexualzyklus sowie über den Gang der Bewegungszahlen der Indizes sind bisher keine Arbeiten veröffentlicht worden, mit denen ich die von mir gewonnenen Resultate vergleichen könnte. Ich habe daher den mittleren und maximalen Fehler der Indizes der Leber und des Körpers errechnet, um feststellen zu können, ob die gewonnenen Ergebnisse genügend bewiesen sind. Wenn man die sehr allmählichen, fallenden oder steigenden Veränderungen der Lebergröße während des Jahreszyklus in Betracht zieht, so ist es zu erwarten, daß die mittleren Werte der Indizes in den folgenden Perioden sich nicht immer um den maximalen oder dreifachen mittleren Fehler unterscheiden werden, da ein richtiges Verteilen der Individuen auf die entsprechenden Perioden verhältnismäßig schwierig ist, andererseits aber der mittlere Fehler bei einer falschen Verteilung beträchtlich größer wird. Trotzdem ist bei dem in meiner Arbeit angeführten Zahlenmaterial die Forderung bezüglich der Konstatierung der Maxima und Minima erfüllt, und die maximalen und minimalen Indizes der benachbarten Perioden unterscheiden sich mindestens um den maximalen Fehler. Zugleich ist auch die Menge des untersuchten Materials genügend groß und die Arbeitstechnik als zufriedenstellend anzusehen. Nur

bezüglich der sicheren Konstatierung der mittleren Indizes der Perioden wäre in einigen Fällen eine größere Anzahl der untersuchten Individuen wünschenswert.

Bezüglich der Art *Gasterosteus aculeatus* L. (für die $\sigma\sigma$ sowie für die $\varphi\varphi$) ist für den Lebergewichtsindex $\left(R_3 = \frac{100 \cdot Lg}{GKg}\right)$, für die Relation des Leberrohgewichts gegenüber der Körpertrockensubstanz $\left(R_2 = \frac{100 \cdot Lg}{KTg}\right)$ und für die Relation der Lebertrockensubstanz $\left(R_5 = \frac{100 \cdot LTg}{Kg}\right)$ gegenüber dem Körperrohgewicht im Verlaufe des Sexualzyklus mit Sicherheit je ein Maximum und ein Minimum nachgewiesen. Dieses Ergebnis ist insofern begründet, als die mittleren Werte der Indizes der einzelnen Perioden sich um mehr als den maximalen Fehler unterscheiden. Desgleichen unterscheiden sich die mittleren $\alpha_2, \alpha_5, \alpha_8$ und auch $\alpha(T+W)$ der Leber und $\alpha(T+W)$ des Körpers der einzelnen Perioden in allen Perioden um mehr als den dreifachen mittleren Fehler. Für die Art *Phoxinus laevis* Ag. (nur für die $\varphi\varphi$) sind bezüglich der oben erwähnten Relationen im Verlaufe des Sexualzyklus mit Sicherheit je zwei Minima und zwei Maxima nachgewiesen, da die Differenz zwischen den mittleren Größen einer Periode größer als der maximale Fehler ist. Das Gleiche ergibt sich auch für die mittleren $\alpha_2, \alpha_5, \alpha_8$ und $\alpha(T+W)$ der Leber sowie für $\alpha(T+W)$ des Körpers der Perioden. Auch bei den $\sigma\sigma$ Elritzen sind für das Verhältnis der Lebertrockensubstanz gegenüber dem Körperrohgewicht $\left(R_5 = \frac{100 \cdot LTg}{Kg}\right)$ im Verlauf des Sexualzyklus zwei deutliche Maxima und Minima nachgewiesen. Desgleichen gelten die mittleren α_2, α_5 und α_8 sowie $\alpha(T+W)$ des Körpers und $\alpha(T+W)$ der Leber der einzelnen Perioden als erwiesen. Nur innerhalb der Relationen R_2 und R_5 sind für die $\sigma\sigma$ der Elritzen die Extreme mathematisch nicht sicher erwiesen und können daher angefochten werden, doch sind sie im Kurvenbild deutlich zu erkennen. Es ist klar, daß in diesem Fall das vorhandene Material zu wenig umfangreich gewesen ist. Auf Grund des Gesagten halte ich es für möglich zu behaupten, daß auch während des Sexualzyklus der $\sigma\sigma$ Elritzen zwei Maxima

und zwei Minima bestehen. Schon J. Millot (8) bezeichnete die Gewichtsrelation der Leber zum Körper als für eine Art charakteristisch. Auch ich halte den Jahresverlauf der Leberrelation mit ihren zwei Maxima und zwei Minima als für die Art *Phoxinus laevis* Ag. charakteristisch.

Da der Index der Lebertrockensubstanz $\left(R_1 = \frac{100 \cdot LTg}{Lg}\right)$, das Verhältnis des Lebertrockengewichts zu dem Trockengewicht des Körpers $\left(R_3 = \frac{100 \cdot LTg}{KTg}\right)$ und der Index der Körpertrockensubstanz $\left(R_7 = \frac{100 \cdot KTg}{Kg}\right)$ bei den Untersuchungen über die Zusammenarbeit des Wassers und der Trockensubstanz eine Nebenrolle spielen und auch sonst bei unseren Untersuchungen nicht von wesentlicher Bedeutung sind, wurden deren mittlere Fehler nicht berechnet.

Zusammenfassung.

1. Der Lebergewichtsindex der Art *Gasterosteus aculeatus* L. ist höher ($\sigma\sigma$: $R_8=4,09$ (3,06—5,19), ♀♀ : $R_8=4,73$ (3,95—5,59)) als derjenige der Art *Phoxinus laevis* Ag. ($\sigma\sigma$: $R_8=1,86$ (1,65—2,22), ♀♀ : $R_8=2,88$ (1,77—3,58)).

2. Die ♀♀ Individuen beider Arten weisen im Verlauf des Jahreszyklus einen höheren Lebergewichtsindex auf als die $\sigma\sigma$. (♀♀ : *G. a.* 3,95—5,59, *Ph. l.* 1,77—3,58 und $\sigma\sigma$: *G. a.* 3,06—5,19, *Ph. l.* 1,65—2,22).

3. Die Kurven der jahreszyklischen Indexschwankungen des Lebergewichts zeigen für beide Geschlechter jeder Art einen gleichartigen Verlauf mit einander entsprechenden Minima und Maxima in den einzelnen Perioden.

4. Die Indexschwankungen des Lebergewichts der Art *Gasterosteus aculeatus* L. weisen für beide Geschlechter nur ein Maximum in den *Prs-Ppp* und ein Minimum in der *Ppd* auf.

5. Die Indexschwankungen des Lebergewichts der Art *Phoxinus laevis* Ag. weisen für beide Geschlechter zwei Maxima, das

eine in den *Ppp*₂-*Ppd*, das andere in der *Prs*, und zwei Minima, das eine in der *Ppp*₁, das andere in der *Pns*, auf.

6. Das Minimum der Indexschwankungen des Lebergewichts des Stichlings fällt mit dem ersten Maximum der Elritze zusammen (*Ppd*).

7. Die Amplitude der Schwankungen des Lebergewichtsindex der ♂♂ Stichlinge ($A=2,15$) ist größer als diejenige der ♀♀ ($A=1,64$); bei den Elritzen ist umgekehrt die Amplitude der ♂♂ ($A=0,57$) kleiner als diejenige der ♀♀ ($A=1,81$).

* * *

8. Der relative Anteil der Trockensubstanz an der Leber ist bei den Vertretern beider untersuchten Arten größer als ihr Anteil am Körper. Nur bei den ♀♀ der Stichlinge in der *Ppp* ist der prozentuale Anteil der Trockensubstanz am Körper größer als an der Leber.

9. Die jahreszyklischen Schwankungen des prozentualen Anteils der Trockensubstanz an der Leber und am Körper geben für die Individuen beider Geschlechter ganz gleichgeartete Kurven, deren Minima und Maxima einander entsprechen.

10. Für die Art *Gasterosteus aculeatus* L. zeigt die kurvenmäßige Darstellung der jahreszyklischen Schwankungen des prozentualen Anteils der Trockensubstanz am Körper (R_7) und an der Leber (R_1) je ein Maximum und ein Minimum. Das Maximum (*Prs-Ppp*) und das Minimum (*Pns*) der Schwankungen an der Leber fallen mit denjenigen des Körpers zusammen.

11. Für die Art *Phoxinus laevis* Ag. weisen die Schwankungen des prozentualen Anteils der Trockensubstanz an der Leber (R_1) und am Körper (R_7) je zwei Maxima und zwei Minima auf. Bei den ♀♀ fallen die entsprechenden Extreme in der Leber und im Körper teilweise zusammen:

	a) in der Leber	b) im Körper
Maximum I	— <i>Ppp</i> ₂	<i>Ppd</i> ,
Maximum II	— <i>Prs</i> ,	<i>Prs</i> ,
Minimum I	— <i>Ppp</i> ₁ ,	<i>Ppp</i> ₁ ,
Minimum II	— <i>Ppd</i> ,	<i>Pns</i> .

Bei den $\sigma\sigma$ fallen die Maxima und Minima der Schwankungen an der Leber und am Körper in allen Perioden zusammen: Maximum I — in der *Ppd*, II — in der *Prs* und Minimum I — in der *Ppp*, II — in der *Pns*.

12. Die mittleren prozentualen Werte der jahreszyklischen Schwankungen der Trockensubstanz sind sowohl im Körper als auch in der Leber bei der Art *Gasterosteus aculeatus* L. (3—5 mal) größer als bei der Art *Phoxinus laevis* Ag. In der Leber ist bei den $\varphi\varphi$ der Stichlinge die Amplitude der Schwankungen kleiner ($A=18,74$) als bei den $\sigma\sigma$ ($A=24,82$); dagegen ist bei beiden Geschlechtern der Elritze diese Amplitude fast gleich groß ($\varphi\varphi$ — $A=5,81$, $\sigma\sigma$ — $A=5,40$). Im Körper zeigen beide Geschlechter der Stichlinge fast gleich große Amplituden der Schwankungen ($\varphi\varphi$ — $A=14,82$, $\sigma\sigma$ — $A=14,39$); bei den $\varphi\varphi$ der Elritze aber ist diese Amplitude wesentlich größer ($A=5,59$) als bei den $\sigma\sigma$ ($A=3,37$).

Für die Art *Gasterosteus aculeatus* L. ist also die Amplitude der Schwankungen des prozentualen Anteils der Trockensubstanz am Körper, für die Art *Phoxinus laevis* Ag. die Amplitude des prozentualen Anteils der Trockensubstanz an der Leber charakteristisch.

* * *

13. Die Tätigkeit der aktiven Realisationsfaktoren (Trockensubstanz und Wasser) ist während des ganzen Geschlechtszyklus für jede Art charakteristisch. Bei beiden Geschlechtern einer Art ist der Umsatz der Trockensubstanz im Körper sowie in der Leber gleichgeartet, der Wasserumsatz hingegen ist nur im Körper gleichgeartet, aber in der Leber bei beiden Geschlechtern verschieden.

14. Die Tätigkeit der Trockensubstanz unterscheidet sich bei beiden Arten grundsätzlich. Der jahreszyklische Gang der Lebertrockensubstanz ergibt bei der Art *Gasterosteus aculeatus* L. in der *Ppd* eine negative, bei der Art *Phoxinus laevis* Ag. aber eine positive Bewegungszahl des Trockensubstanzindex. Im Körper ist es umgekehrt.

15. Von den beiden Faktoren (Trockensubstanz und Wasser) hat der aktivere immer einen größeren Einfluß auf die Indizes des

Leber- und Körpergewichts: in der Leber ist es das Wasser, im Körper — die Trockensubstanz.

16. Bei beiden Arten und Geschlechtern bestimmt eine Änderung der Lebertrockensubstanz die Größe des Wasservorrats im Körper: die Kurve der Bewegungszahlen des körpereigenes Wassers entspricht in ihrer Art der Kurve der Bewegungszahlen der Lebertrockensubstanz; jene ist jedoch geringeren Schwankungen unterworfen als diese.

LITERATURVERZEICHNIS.

1. Āboliņš, L.: The sexual specificness of the skin pigments of the fishes of the genus *Crenilabrus* colorimetrically investigated. Acta. Soc. Biol. Latviae, T. I, 1929.
2. Āboliņš, L.: Über den Geschlechtsdimorphismus der Lebergröße der Fischgattung *Crenilabrus* Cuvier. Acta. Soc. Biol. Latviae, T. VI; 1936.
3. Craigie E. Horne: Notes on the total weights of the squirrel hake, the pollock, the winter flounder, and the smelt, and on the weights of the liver and gonads in the hake and in the pollock. Transact of the roy. Soc. of Canada sect. V, Bd. 21., Tl. 1. 1927.
4. Kapfhammer: Chemie der Leber. Tabulae Biologicae, Bd. III; 1926.
5. Kollmann, M., F. van Gaver et Timon-David, J.: Le développement du foie et son rendement en huile chez *Seyllium canicula* L. dans leurs rapports avec l'état sexuel de l'animal. C. R. Soc. Biol. T. 100; 1929.
6. Leiner, N.: Ökologisches von *Gasterosteus aculeatus* L. Zool. Anz. Bd. 93, H 11/12; 1931.
7. Lichtenfelt, H.: Über die chemische Zusammensetzung einiger Fischarten etc. Arch. für die ges. Physiol., Bd. 103; 1904.
8. Millot, J.: Données nouvelles sur la physiologie du foie des poissons. Le rapport du poids du foie au poids du corps. C. R. Soc. Biol. T. 98; 1928.
9. Parhon, C. J., M. Cahane et V. Marza: Variations de la teneur en eau du foie après quelques modifications de l'équilibre endocrinien. C. R. Soc. Biol. T. 97, Nr. 27; 1927.
10. Porcherel, A.: Variations de la masse du foie chez les principales espèces domestiques. C. R. Soc. Biol. T. 93. Nr. 21; 1925.
11. Reach, F.: Untersuchungen über das Verhalten der Fette bei *Torpedo* während der Gravidität. Biochim. Z. Bd. 40.; 1912.
12. Riddle, O.: Sex and seasonal differences in weight of liver and spleen. Proc. soc. Exp. Biol. and Med. V. 25, Nr. 6.; 1928.

13. Schmidt-Nielsen, S., A. Flood und Jørgine Stene: Über Größe und Vitamingehalt der Leber verschiedener Tiere. 1934.
14. Schmidt-Nielsen, S., A. Flood, J. Stene und N. A. Sørensen: Über den Vorrat des *Macrurus rupestris* an Vitamine A.
15. Schmidt-Nielsen, S., A. Flood and J. Stene: On the size of the liver of some bone-fishes, their content of fat and vitamin A. I. 1933.
16. Schmidt-Nielsen, S., A. Flood and J. Stene: On the size of the liver of some bone-fishes, their contents of fat and vitamin A. II. 1934.
17. Schmidt-Nielsen, S., A. Flood and J. Stene: On the size of the liver of some gristly-fishes etc. Norske. Vid. Selsk. Forh. J. 1934.
18. Schmidt-Nielsen, S., A. Flood, J. Stene und N. A. Sørensen: Statistische Untersuchung über den Vorrat einiger Knochenfische an Vitamin A. 1936.
19. Schiementz, F.: Pisces — Tabulae Biologicae. Bd. VI, 1930. S. 582.
20. Titschack, E.: Die sekundären Geschlechtsmerkmale von *Gasterosteus aculeatus* L. Zool. Jahrb. Bd. 39. 39; 1921.
21. Vladykov, V.: Über den geschlechtlichen Dimorphismus bei Elritzen *Phoxinus phoxinus* (Linne) Zool. Anz. Bd. 74, S. 322; 1927.
22. Wunder, W.: Zit. nach M. Leiner — Ökologisches von *Gasterosteus aculeatus* L. Zool. Anz. Bd. 93, H. 11/12; 1931.

Gasterosteus aculeatus L. un Phoxinus laevis Ag. aknu svāra indeka svārstības un sausnas un ūdens kustība aknās un ķermenī seksuālcikla laikā.

(No Universitātes Rīgā Salīdzināmās anatomijas un fizioloģijas institūta Eksperimentālās zooloģijas un zoofizioloģijas laboratorijas.)

Jānis Immers.

Kopsavilkums.

Stagariem — *Gasterosteus aculeatus* L. — aknu svāra indeks (aknu % pret ķermeņa kopsvaru, ♂♂ 4,09, ♀♀ 4,73) lielāks kā mailītēm — *Phoxinus laevis* Ag. (♂♂ 1,86, ♀♀ 2,88). Aknu svāra indeks abu sugu mātītēm (*G. a.* 4,73, *Ph. l.* 2,88) lielāks par tēviņu aknu svāra indeksu (*G. a.* 4,09, *Ph. l.* 1,86). Kā ♂♂ tā ♀♀ indivīdiem aknu svāra indeka gādcikla svārstības raksturīgas katrai sugai ar konstanta skaita maksimiem un minimiem noteiktos periodos. Stagariem tikai viens maksims uz atjaunošanās un sagatavošanās perioda robežas un viens minims nārsta periodā. Mailītēm divi maksimi; pirmais uz vēlā sagatavošanās un nārsta perioda robežas, otrais atjaunošanās periodā un divi minimi; pirmais agrā sagatavošanās, otrais pēcnārsta periodos.

Sausnas satura gādcikla maiņas aknās un ķermenī arī raksturīgas katrai sugai un dod aknu svāra indekam līdzīgas svārstības. Sausnas svārstībās aknās un ķermenī stagariem viens, bet mailītēm divi maksimi un minimi. Stagari ar sausnu bagātāki (29,16—38,34) kā mailītes (21,88—25,52). Aknās sausnas % augstāks kā ķermenī. Sausnas saturā nav saskatāmas dzimumdiferences.

Aknu lielumu nosacītāju, fizioloģisko funkcionālo faktoru grupu var sadalīt 2 apakšgrupās: 1) funkcionālos stimulizētājos un 2) funkcionālos izpildfaktoros. Funkcionālos izpildfaktoros ietelp sausna un ūdens. Sausna un ūdens sadalās aktīvā un pasīvā daļā. Sausnas aktīvās daļas kustība katrai sugai īpata bez dzimuma atšķirībām, bet ūdens aktīvās daļas kustība atšķiras arī dzimumiem. Sausnas kustība aknās stagariem nārsta

periodā negatīva, mailītēm — pozitīva. No abiem faktoriem lielākā ietekme uz aknu indeku svārstībām aktīvākam faktoram. Aknās tas ir ūdens, ķermenī — sausna. Aknu un ķermeņa sausna atrodas ciešā funkcionālā sadarbībā; tāpat aknu sausna stāv ciešā sadarbībā ar aknu un ķermeņa ūdeni, bet aknu un ķermeņa ūdens tiešu savstarpēju sadarbību neuzrāda. Aktīvās ūdens daļas kustību ķermenī un aknās savukārt nosaka aknu sausnas mobilizācija zināmos gada periodos un tās transporta virziens (no aknām uz ķermenī vai otrādi).

22,-

LU bibliotēka



930007741

57202

PLU
144d

AFV Nr. II/00854. Eksemplāru skaits 1100. Papīrs iespiežamais H 1 c 45 kg, 67 × 95 cm, no Jaunciema papīra fabrikas. Iespiests un brošēts Latvijas vērtspapīru spiestuvē 1943. g. Nr. 24679. V88.