

TOWARZYSTWO NAUKOWE WARSZAWSKIE
SOCIÉTÉ DES SCIENCES ET DES LETTRES À VARSOVIE

Prace Instytutu im. Nenckiego.

Travaux de l'Institut Nencki.

Vol. IX.



Z zasłku Wydziału Nauki
Ministerstwa Wyznań Religijnych i Oświecenia Publicznego.

WARSZAWA
NSTYTUT IM. NENCKIEGO T. N. W., ŚNIADECKICH 8
1932/33

<http://rcin.org.pl>

Prace Instytutu
im. Nenckiego.

Travaux de l'Institut Nencki.

Vol. 17



S O M M A I R E.

- K. Białaszewicz.** O oznaczeniu objętości fazy rozdrobnionej w komórkach żyjących. *Sur la détermination du volume de la phase dispersée dans les cellules vivantes.* Acta Biologiae Experimentalis. 7, 1932 (135—152).
- R. Minkiewicz.** Nids et proies des Sphégiens de Pologne. *Polskie Pismo Entomologiczne.* 11, 1932 (98—112).
- Z. Koźmiński.** Badania morfometryczne i etologiczne nad oczlikami *Cyclopidae* z grupy *strenuus* — *Études morphométriques et écologiques sur les Cyclopidés du groupe strenuus.* Archiwum Hydrobiologii i Rybactwa. 7, 1733 (59—140).
- K. Białaszewicz.** Przyczynek do znajomości składu mineralnego krwi u zwierząt morskich. *Contribution à l'étude de la composition minérale du sang chez les animaux marins.* Acta Biologiae Experimentalis. 7, 1932 (220—231).
- R. Minkiewicz.** Rôle des facteurs optiques dans les changements de livrée, chez les Grenouilles adultes. (Étude neurobiologique). Acta Biologiae Experimentalis, 8, 1933 (102—177).
- Z. Koźmiński.** O sposobie obliczania deficytu tlenowego w jeziorach Suwalskich. *Ueber die Berechnungsmethode des Sauerstoffdefizits in den Suwalki-Seen.* Archiwum Hydrologji i Rybactwa. 7 (144—168).
- A. Szejnman-Rozenberg.** O przyswajaniu żelaza w czasie rozwoju zarodkowego kurczęcia. *Sur l'assimilation du fer au cours du développement embryonnaire du poulet.* Acta Biologiae Experimentalis. 8, 1933 (32—44).
- J. Dembowski.** Reparacja domków uszkodzonych u larwy *Molanna*. — *Die Köcherreparation bei der Larve von Molanna.* Acta Biologiae Experimentalis. 8, 1933 (9—22).

- N. Balzam.** Badania nad przemianą materji i energii w rozwoju owadów. II. Stosunek produkcji cieplnej do procesów oddechowych w czasie rozwoju pozarodkowego owadów (*Lymantria dispar* L. i *Bombyx mori* L.). — *Untersuchungen über den Stoff- und Energiewechsel in der Entwicklung der Insekten. II. Das Verhältnis zwischen der Wärme-produktion und den respiratorischen Vorgängen während der Entwicklung der Insekten (Lymantria dispar L. und Bombyx mori L.)*. Acta Biologiae Experimentalis, 8, 1933 (59—72).
- M. Bogucki.** O regulowaniu składu mineralnego krwi u raka rzecznoego (*Astacus fluviatilis* L.). *Sur la régulation de la composition minérale du sang chez l'ecrevisse (Astacus fluviatilis L.)*. Acta Biologiae Experimentalis. 8, 1933 (80—88).
- K. Iwaszkiewiczówna.** O uogólnieniu metody korelacji cząstkowej na przypadku, gdy eliminowana zmienna jest niemierzalna. *Sur la généralisation de la méthode de corrélation partielle pour le cas où la variable éliminée n'est pas mesurable*. Kwartalnik Statystyczny. 9, 1932 (1—14).
- J. Neyman.** O metodach opracowywania doświadczeń wielokrotnych. *On the methods of interpreting the results of multiple agricultural trials*. Rocznik Nauk Rolniczych i Leśnych. 28, 1932 (1—58).
- A. Moszyński.** Przyczynek do fauny skąposzczetów wodnych (*Oligochaeta aquatica*) Polesia. — *Les Oligochètes aquatiques des environs de Pińsk en Pologne*. Archiwum Hydrobiologii i Rybactwa. 5, 1930 (251—260).
- M. Gieysztor.** Sur deux espèces rares du genre *Macrostromum (Rhabdocoela)*. Archiwum Hydrobiologii i Rybactwa. 5, 1930 (305—314).
- St. Jakubisiak i A. Moszyński.** Sprawozdanie z badań limnologicznych, podjętych z inicjatywy Instytutu im. Nenckiego w lecie 1929 na Polesiu. — Archiwum Hydrobiologii i Rybactwa. 5, 1930 (221—224).
- J. Neyman.** Pamięci profesora dr. Władysława Bortkiewicza. Kwartalnik Statystyczny. 8, 1931 (1—3).
- J. Wiszniewski.** Przyczynek do znajomości fauny wrotków Polesia. Archiwum Hydrobiologii i Rybactwa. 5, 1930 (265—284).
- St. Jakubisiak.** Przyczynek do fauny *Copepoda-Harpacticida* Polesia. *Contribution à la faune des Copépodes - Harpacticoides de la Pologne*. Archiwum Hydrobiologii i Rybactwa, 5 (261—263).
- J. Neyman.** On methods of testing hypotheses. Atti di Congresso Internazionale dei Matematici. 1928 (35—41).

Prace, wykonane w zakładach Instytutu, które nie weszły do niniejszego tomu.

- K. Białaszewicz.** Recherches sur le métabolisme chimique et énergétique au cours du développement des Insectes. I. Thermogenèse pendant la période de la croissance larvaire et pendant la métamorphose de *Lymantria dispar* L. Arch. intern. de Physiol. 1933, 37 (1—15).
- N. Balzam.** Recherches sur le métabolisme chimique et énergétique au cours du développement des Insectes. II. Relation entre la chaleur dégagée et les échanges respiratoires au cours du développement postembryonnaire des Insectes. Arch. intern. de Physiol. 37, 1933 (317—328).
- K. Białaszewicz.** Contribution à l'étude de la composition minérale des liquides nourriciers chez les animaux marins. Arch. intern. de Physiol. 36, 1933 (41—53).
- M. Chejfec.** Die experimentellen Grenzwerten des Lebens von Protozoen. (Auf Grund der Untersuchungen an *Paramecium caudatum*). Arch. f. Protistenkunde. 79, 1933 (468—478).
- K. Demel.** Z pomiarów termicznych Bałtyku. Cz. III i IV. Kosmos. 57, 1932 (97—176).
- K. Demel.** Kilka uwag o wpływie Wisły na stosunki w Zatoce Gdańskiej. Kosmos. 57, 1932 (146—158).
- B. Dixon.** The mixture of herrings with sprats in catches with the sprat trawl, and the composition of the sprat stock of the Gulf of Dantzig in 1932. Journ. du Conseil Intern. 8, 1932 (386—396).
- B. Dixon.** The age and growth of the salmon caught on the polish sbore of the Baltic. Journ. du Conseil Intern. 9, 1933.
- M. Górski i K. Iwaszkiewiczówna.** Porównanie działania nawozów sztucznych potasowych. Roczniki Nauk Roln. i Leśn. 28, 1933 (1—52).
- M. Górski i K. Iwaszkiewiczówna.** Dwuletnie doświadczenia polowe nad działaniem różnych nawozów potasowych. Roczniki Nauk Roln. i Leśn. 31, 1938 (1—48).
- Z. Koźmiński.** Ueber die ökologische Verteilung einiger limnetischer Cyclopiden in den Wigryseen. Verh. f. Limnologie. 6, 1934 (299—307).
- W. Lewitska.** Prawdopodobieństwa występowania ułomności dziedzicznych. Zagadnienia Rasy. 4, 1930 (313—322).
- T. Matuszewski i J. Supińska.** Analiza układu kolonij drobnoustrojów na płytkach Petri'ego z punktu widzenia prawa Poisson'a (prawa małych liczb). Medyc. Dośw. i Społeczna. 16, 1933 (61).
- J. Neyman.** O zasadzie metody statystycznej w eugenicie i statystyczne podstawy badań dziedziczności. Bibl. Polsk. Tow. Eugen. 1930 (24).
- J. Neyman.** Zarys teorji i praktyki badania struktury ludności metodą reprezentacyjną. Warszawa. 1933 (123).
- J. Neyman and E. S. Pearson.** On the problem of k samples. Bull. Acad. Polon. 1931 (460—481).
- J. Neyman and E. S. Pearson.** On the problem of the most efficient tests of statistical hypotheses. Philos. Trans. Roy. Soc. London. Ser. A, 231 (289—337).

- J. Neyman and E. S. Pearson.** The testing of statistical hypotheses in relation to probabilities a priori. Proc. Cambr. Philos. Soc. 29, 1933 (492—510).
- J. Przyborowski.** O metodzie wykorzystania dawniejszych analiz laboratoryjnych w celu dokładniejszego wyznaczenia średniego błędu średniej arytmetycznej nielicznej serji równoległych analiz. Roczn. Nauk Roln. i Leśn., 30, 1933 (30).
- J. Wiszniewski.** Un nouveau Rotifère du genre *Pedalia* habitant les lacs des hautes montagnes. Intern. Rev. ges. Hydrobiol. Hydrograph. 29, 1933 (229—236).
-

[Zakład Fizjologii Instytutu im. Nenckiego T. N. W. i Stacja Zoologiczna w Neapolu].

K. Białaszewicz.

O oznaczaniu objętości fazy rozdrobnionej w komórkach żyjących.

Sur la détermination du volume de la phase dispersée dans les cellules vivantes.

Rękopis nadesłany w dniu 25.III.1932 r.

Le problème de la relation existant entre le volume de la cellule vivante et la pression osmotique du milieu était l'objet de nombreuses recherches. D'après les recherches d'Hamburger ('98, '01), il existe une proportionnalité inverse entre le volume de la phase aqueuse de la cellule et la pression osmotique du milieu ambiant. Sur ce fait était basée la méthode de la détermination, du volume des substances dispersées dans les érythrocytes. Les recherches ultérieurs (Koeppe '00, Ege '22, '27, Fauré-Fremiet '24, Gough '24, Mc. Cutcheon, Lucké et Hartline '31) ayant aussi principalement trait aux globules rouges, en confirmant en principe les constatations d'Hamburger, n'ont pas donné de résultats concordants en ce qui concerne l'application de sa méthode pour la détermination quantitative de la phase dispersée.

Les recherches présentées dans ce travail avaient pour but d'établir l'exactitude de cette méthode, basée sur les variations du volume des oeufs dans les solutions anisotoniques; ainsi que de déterminer les limites de la pression osmotique dans lesquelles le principe d'Hamburger peut être appliqué par rapport aux cellules-oeufs.

Comme objet des expériences on a pris des oeufs non fécondées des Invertébrés marins suivants: *Phallusia mamillata*, *Para-*

centrotus lividus, *Arbacia pustulosa*, *Echinus microtuberculatus*, *Parechinus milliaris*. Les expériences étaient exécutées comme suit: on immergeait les oeufs pour 20 à 60 minutes dans de l'eau de mer artificielle (préparée d'après H e r b s t '04) à concentration choisie et on en mesurait les diamètres au moyen d'un oculaire micrométrique. La pression osmotique de l'eau de mer était mesurée par la méthode cryoscopique, au moyen de l'appareil de D e e k h u y z e n. Les données numériques des tableaux I—VI présentent les volumes des oeufs et la pression osmotique des solutions employées, les deux valeurs étant exprimées en pourcentages de celles trouvées dans l'eau mer à concentration normale.

Nos expériences ont établi en premier lieu que le produit du volume de la phase aqueuse de la cellule et de la pression osmotique du milieu ambiant présente — dans les solutions hypertoniques ne dépassant pas le double de la concentration de l'eau de mer normale — une valeur constante et caractéristique pour chaque espèce d'oeufs. La conformité des valeurs exprimant les volumes cellulaires mesurés et calculés d'après la formule respective (v. p. 138) est tout à fait satisfaisante (fig. 1 et 2).

Le fait établi ci-dessus démontre que la résistance mécanique des couches superficielles des oeufs examinés est insignifiante par rapport aux forces osmotiques des solutions hypertoniques. Il prouve aussi que l'action de l'eau de mer concentrée jusqu'au double ne modifie pas la sémiperméabilité de la membrane plasmique de l'oeuf à condition que cette action soit de courte durée; elle ne modifie non plus l'absorption de l'eau par les colloïdes cellulaires.

Les variations du volume des oeufs dans l'eau de mer hypertonique ont permis de calculer le volume de la phase dispersée du plasma ovulaire. Les résultats de ce calcul ont donné des valeurs suffisamment concordantes: pour les oeufs de *Paracentrotus lividus* elles comportent 25.1—27.0 vol. p. cent. (v. tabl. II, III), pour ceux d'*Arbacia pustulosa* (tabl. IV) — 36.4, de *Phallusia mammillata* (tabl. V) — 19.3 et d'*Echinus microtuberculatus* — 22.6 (tabl. VI).

Dans l'eau de mer hypotonique les oeufs absorbent de l'eau en quantité plus grande que celle calculée d'après l'équation indiquée plus haut. On peut supposer que dans ces conditions les colloïdes plasmiques se gonflent par suite de la dilution des

électrolytes dans le liquide intermicellaire de la cellule. Ainsi donc les solutions hypotoniques ne se prêtent pas à la détermination du volume de la phase colloïdale d'après le principe d'Hamburger.

W dziedzinie fizjologii zwierząt autorem, który poraz pierwszy zajął się sprawą zależności między objętością komórki żyjącej a ciśnieniem osmotycznym jej środowiska, był Hamburger ('98). Autor ten stwierdził brak odwrotnej proporcjonalności między objętością czerwonych ciałek krwi, mierzoną za pomocą hematokrytu, a ciśnieniem osmotycznym roztworów soli i glikozy, w których te ciałałka były zawieszane. Fakt ten nasunął autorowi przypuszczenie, że w krwinkach znajdują się substancje, tworzące przestrzeń martwą („sztywny zrąb protoplazmatyczny”, białka i t. p.), których objętość w płynach anizotonicznych zupełnie nie ulega zmianie, powodując w zachowaniu się objętości całej komórki rzekome odchylenie od prawa van't Hoffa — Boyle'a — Mariotte'a. Obliczenia objętości zajętej przez te substancje, wynoszącej według rachunku 53,6—55% objętości krwinek, dały zgodność wystarczającą między teoretycznymi i znalezionymi w pomiarach objętościami całych krwinek, znajdujących się w roztworach o różnym ciśnieniu osmotycznym.

Wyniki, otrzymane przez Hamburgera, spotkały się z krytyką Koeppe'go ('00), który zgodność powyższego założenia z rezultatami pomiarów uważał za przypadkową, twierdząc, iż — pomijając nieściśłość samych pomiarów hematokrytowych — niepodobna ocenić stopnia działania szeregu czynników, wpływających na ostateczną objętość komórki w płynach anizotonicznych. Z pośród tych czynników Koeppe wysuwa znaczenie dysocjacji elektrolitów wewnątrz komórki, wpływ sprężystości błony komórkowej oraz zmian, jakim ulega pod wpływem zabiegów eksperymentalnych jej przepuszczalność względem elektrolitów.

Znacznym posunięciem naprzód interesującej nas tutaj sprawy były badania Ege'go ('22), przeprowadzone również na krwinkach. Wychodząc z założenia Hamburgera, że nie objętość całej komórki, lecz objętość fazy wodnej w komórce (t. j. różnica między znaną objętością komórki a nieznaną objętością jej fazy koloidalnej) jest odwrotnie proporcjonalna do ciśnienia osmotycznego środowiska, autor ten stwierdził zgodność między objętością fazy koloidalnej w czerwonych ciałkach krwi, obliczoną ze wzoru Hamburgera, a objętością tej fazy, znalezioną na podstawie pomiarów krjoskopowych w miazdze z krwinek, wykonanych przed i po

dołaniu określonej ilości nieadsorbującego się przez białka komórkowe cukru gronowego.

Następnie sprawą tą zajmował się Gough (24), który również posługując się zasadą Hamburgera ocenia objętość fazy rozdrobnionej w krwinkach na 65—75%, t. j. wartość, zbliżoną do znalezionej przez Hamburgera (54—55%), znacznie jednak odbiegającą od wyników, otrzymanych poprzednio przez Ege'go (ca. 33% objętości krwinki). Niezgodność tych wyników w porównaniu ze swojemi Ege (27) w późniejszej publikacji objaśnia błędem pomiaru objętości krwinek w płynach hipertonicznych, wynikającym z niepełnej ich sedymentacji w czasie wirowania.

Wreszcie — należy tutaj wymienić publikację Mc. Cutcheona, Lucké'ego i Hartline'a (31) nad właściwościami osmotycznymi jaj *Arbacia pustulosa*, w której autorowie ci, mierząc objętość jaj w wodzie morskiej o różnym rozcieńczeniu i posługując się również wzorem Hamburgera, stwierdzili, że jeśli się uwzględni ilość osmotycznie nieczynnych substancji, które zajmują od 7 do 14% objętości komórki — to iloraz z objętości fazy wodnej i ciśnienia osmotycznego jest wielkością w przybliżeniu stałą.

Zadanie niniejszych poszukiwań polegało na stwierdzeniu stosowności zasady Hamburgera do komórek jajowych oraz na ustaleniu stopnia dokładności metody oznaczania ilości substancji rozdrobnionych, opartej na zachowaniu się objętości tych komórek w roztworach anizotonicznych. Nie potrzeba podkreślać, iż możność mierzenia przestrzeni, jaką zajmują w żywej komórce te substancje, ułatwiłaby wyjaśnienie wielu zagadnień, związanych ze zmianami w rozmieszczeniu składników protoplazmatycznych, zachodzącymi pod wpływem zmian funkcjonalnych komórki.

M e t o d a .

Badania niniejsze przeprowadzono na niezapłodnionych jajach następujących gatunków morskich zwierząt bezkręgowych: *Phallusia mammilata*, *Paracentrotus lividus*, *Arbacia pustulosa*, *Echinus microtuberculatus* i *Parechinus milliarius*.

Zasada postępowania polegała na mierzeniu objętości, jaką przybierają ostatecznie komórki jajowe, przeniesione do roztworów wody morskiej o różnym ciśnieniu osmotycznym. Objętość fazy rozdrobnionej obliczano ze wzoru Hamburgera:

$$x = \frac{p_0 v_0 - p_1 v_1}{p_0 - p_1}, \quad (1)$$

z którego, znając objętość jaja w wodzie morskiej o normalnym stężeniu soli (v_0), ciśnienie osmotyczne tego roztworu (p_0), zmienioną objętość jaja w anizotonicznych stężeniach wody morskiej (v_1) oraz wartość ciśnienia osmotycznego tych roztworów (p_1), można obliczyć z szeregu pomiarów średnią bezwzględną objętość, jaką zajmują w komórkach jajowych substancje rozdrobnione (x). Wyrażając za p_1 i v_1 w odsetkach p_0 i v_0 , możemy obliczyć x wprost w procentach objętości komórki.

Szczegóły postępowania były następujące:

Do każdej serii pomiarów używano jaj dojrzałych, dających się zapłodnić, i pochodzących od jednej samicy. Po wyjęciu z jajnika przemywano je kilkakrotnie zwykłą wodą morską, biorąc do doświadczenia tylko tę porcję jaj, która po skłóceniu opadała na dno naczyń za średnią prędkością: w ten sposób zyskiwano do pomiarów materiał możliwie jednolity pod względem wielkości jaj. Ostatnie przemywanie uskuteczniano sztuczną wodą morską o normalnym stężeniu i pozostawiano na przeciąg 1—2 godz. w tym celu, aby jaja przybrały postać najbardziej zbliżoną do kulistej. Po upływie tego czasu część jaj przenoszono wraz z kilkoma kroplami na szkiełko przedmiotowe, posiadające wgłębienie, pokrywano szkiełkiem pokrywkowym, brzegi jego oblewano parafiną płynną, i na pewnej liczbie jaj, leżących bliżej środka wgłębienia, wykonywano pod mikroskopem pomiary wielkości osi. Pozostałe jaja wraz z możliwie małą ilością wody przenoszono następnie do szeregu krystalizatorów, napełnionych poprzednio jednakową objętością (ca. 20 cm³) roztworów sztucznej wody morskiej o różnym stężeniu (od 50 do 300% normalnego stężenia). Zawartość krystalizatorów dokładnie mieszano przez pewien czas pałeczką szklaną, biorąc jaja do pomiarów mikrometrycznych, uskutecznianych w wyżej podany sposób, dopiero po upływie przynajmniej 20 min.: jak stwierdziliśmy, jest to czas minimalny, niezbędny do osiągnięcia zupełnej równowagi osmotycznej między komórką jajową a jej zmienionym środowiskiem.

W celu zachowania stałego składu mineralnego i stężenia jonów wodorowych (pH = ca. 8) w roztworach doświadczalnych, przygotowano je przez odpowiednie rozcieńczenie stężonego roztworu zasadniczego, zawierającego sole w stosunku, w jakim znajdują się one w normalnej wodzie morskiej.

Roztwór ten przygotowano według przepisu HerBSTA ('04) dla sztucznej wody morskiej, biorąc odpowiednią wielokrotność wszystkich wchodzących w jej skład soli, z wyjątkiem jedynie NaHCO₃, który brano w ilości, podanej dla stężenia normalnego. Jako roztworem rozcieńczającym posługiwano się 0.05 lub 0.1% dwuwęglanu sodowego, w zależności od tego czy roztwór zasadniczy był roztworem podwójnie, czy potrójnie stężonym: w większości doświadczeń używano roztworu zasadniczego podwójnie stężonego.

Wartość ciśnienia osmotycznego (p) roztworów doświadczalnych oznaczano krjoskopowo, wyrażając ją w stopniu obniżenia punktu zamarzania.

Pomiary jaj wykonywano pod możliwie dużym powiększeniem (obiektywy LeITZA Nr. Nr. 3, 4, 5) z pomocą śrubowego okularu mikro-

metrycznego (Leitza), mierząc dwie najbardziej różniące się wielkością prostopadle do siebie osie równikowe jaja. Objętość poszczególnych jaj obliczano według wzoru dla elipsoidu obrotowego i wyrażano ją bądź w mm^3 , bądź też w procentach objętości jaj, znajdujących się w wodzie morskiej o normalnem stężeniu soli. W doświadczeniach, w których wykonywano pomiary nie na jednej komórce jajowej, przenoszonej kolejno do różnych roztworów, lecz na większej ilości jaj z każdego roztworu, średnią objętość jaja wyprowadzono z obliczonych objętości wszystkich jaj mierzonych z każdej serji, charakteryzując tę wartość przeciętną wielkością błędu średniego.

Wyniki doświadczeń.

Wyniki naszych doświadczeń zostały przedstawione w tab. I—VI, w których zarówno punkty obniżenia zamarzania roztworów (p), jak i objętości jaj (v) wyrażono w procentach wartości, jakie one posiadają w wodzie morskiej o normalnem stężeniu ($\Delta = 1.26^\circ$), z podaniem ponadto normalnej objętości badanych jaj w jednostkach bezwzględnych (mm^3). W doświadczeniach, w których wykonywano pomiary na większej liczbie jaj w każdym roztworze, przeciętną objętość jaj charakteryzowano wielkością błędu średniego.

Celem stwierdzenia stopnia zgodności wyników pomiarów z teoretycznymi założeniami równania (1) w następnej kolumnie tabel podano objętości jaj obliczone ze wzoru:

$$v = \frac{K}{p} + x$$

Procentową objętość fazy rozdrobnionej w komórce (x) wyprowadzano jako średnią ze wszystkich kombinacyj rachunkowych pomiarów, dokonanych w roztworach jedynie izo- i hipertonicznych; również i w obliczeniu stałej równania (K) nie brano zupełnie pod uwagę pomiarów, wykonanych w roztworach hipotonicznych.

Powyższy sposób obliczania objętości teoretycznej jaj oraz średniej zawartości fazy rozdrobnionej usprawiedliwiają podane poniżej wyniki naszych poszukiwań.

Już pierwsze doświadczenia ujawniły fakt swoistego i zgoła odmiennego zachowania się jaj w roztworach, posiadających mniejsze od normalnego ciśnienie osmotyczne. Okazało się, że gdy

w roztworach hipertonicznych — zgodnie z badaniami poprzednich autorów nad czerwonymi ciałkami krwi — objętość komórek jajowych zachowuje się w ten sposób, jakgdyby istniała w nich przestrzeń, nie ulegająca zmianom pod wpływem zwiększonego ciśnienia osmotycznego, to w płynach hipotonicznych komórki te zwiększają swą objętość tak, jak gdyby ta przestrzeń ulegała, w miarę rozcieńczenia roztworu, stopniowej redukcji. W roztworach o znacznym rozcieńczeniu (przekraczającym 50% zawartości soli) objętość jaj może wzrastać w stopniu nawet znacznie większym od tego, jakiego należałoby oczekiwać w przypadku, gdyby posiadały właściwości komórek *Traubego* i nie zawierały substancji koloidalnych.

Tabela I.

Objętość jaj *Parechinus milliaris* w trzech stężeniach wody morskiej.
Doświadczenie VIII (4.VIII.1925).

Volume des oeufs de Parechinus milliaris dans trois concentrations d'eau de mer.

| Nr. pomiaru <i>Nr. d'observation</i> | Ciśnienie osmotyczne roztworu <i>Pression osmotique de la solution</i> ($1.96^{\circ}\Delta = 100$) <i>p</i> | Objętość jaja <i>Volume de l'oeuf</i> ($149.4 \times 10^{-4} \text{ mm}^3 = 100$) $n = 10$ <i>v</i> | <i>pv</i> |
|---|---|---|-----------|
| 1 | 50 | 202.8 + 4.0 | 10281 |
| 2 | 100 | 100.0 ± 1.2 | 10000 |
| 3 | 200 | 67.4 ± 1.2 | 13480 |

Tak np. w jednym z doświadczeń orjentacyjnych, przeprowadzonych na jajach *Parechinus milliaris* (tab. I), stwierdzono, że gdy po przeniesieniu do dwukrotnie stężonej wody morskiej ($p = 200$) objętość ich uległa zmniejszeniu zaledwie do 67.4% (zamiast do 50% w razie nieobecności fazy rozdrobnionej), to jaja umieszczone w wodzie morskiej rozcieńczonej do połowy ($p = 50$) zwiększyły swą objętość do 202.8%, t. j. więcej niż dwukrotnie.

Zjawisko to, mające swe źródło w nadmiernym, pobieraniu wody z roztworów hipotonicznych, występuje — jak to wykazały dokładnie i szczegółowo przeprowadzone doświadczenia — u wszystkich badanych przez nas jaj (tab. II, IV, V i VI). Polega ono prawdopodobnie na tem, że wskutek zmniejszenia się stężenia elektrolitów w komórce następuje wiązanie wody przez kolo-

dy, stanowiące fazę rozdrobnioną protoplazmy. W zjawisku zatem pobierania wody przez całą komórkę biorą udział nietylko procesy osmotyczne, zależne od stężenia krystaloidów w cieczy międzycząstkowej protoplazmy, ale również umiejscowione w fazie dyspersyjnej zjawiska pęcznienia składników koloidalnych protoplazmy. Zależnie od intensywności wiązania wody przez koloidy, objętość komórki w roztworach rozcieńczonych może wzrastać, jak już wspomnieliśmy, ponad wartość, przewidzianą przez prawo van't Hoffa — Boile'a — Mariotte'a dla układów osmotycznych, wypełnionych roztworem jednorodnym.

Ilość wody, przedostającej się do komórki w roztworach hipotonicznych, zależy bezwątpienia nietylko od stopnia rozcieńczenia cieczy międzycząstkowej protoplazmy, ale również od swoistych zdolności wiązania wody przez substancje koloidalne. W tabelach naszych wyrazem stopnia wiązania wody przez fazę rozdrobnioną jest wielkość dodatnich odchyień objętości, stwierdzonych w pomiarach, od objętości obliczonych na podstawie zachowania się jaj w roztworach hipertonicznych. Z odnośnych tabel i rys. 1 w samej rzeczy wynika, że stopień odchylenia punktów eksperymentalnych od krzywej teoretycznej wzrasta wraz z rozcieńczeniem wody morskiej (tab. IV, *Arbacia pustulosa*) i że następnie (tab. II i VI)—ilości wody tą drogą pobierane przez różne komórki jajowe (*Paracentrotus lividus*, *Echinus microtuberculatus*), zawierające zbliżoną ilość substancyj rozdrobnionych (25.1 i 22.6%) i znajdujące się w jednakowym rozcieńczeniu ($p = 80.6\%$), mogą znacznie różnić się od siebie.

Opisane zachowanie się jaj w roztworach hipotonicznych rzuca ciekawe bez wątpienia światło na właściwości składników koloidalnych komórki jajowej, które prawdopodobnie są specjalnie wrażliwe na rozcieńczenie elektrolitów w cieczy międzycząstkowej jej protoplazmy. Ostatnio przeprowadzone badania przez Kamadę i Jamamoto ('31) nad wpływem roztworów anizotonicznych na wielkość jaj pierścienicy *Ceratocephale osawai* dowodzą, że opisane przez nas zjawisko nie jest odosobnione: autorowie ci na zasadzie licznych pomiarów i obliczeń stwierdzili również, że im bardziej środowisko otaczające jest rozcieńczone, tem więcej wzrasta skutek wiązania wody przestrzeń, zajęta w komórce jajowej przez substancje rozdrobnione.

Powyższe właściwość substancyj rozdrobnionych ooplazmy,

silnie adsorbujących wodę w roztworach rozcieńczonych, wyłącza stosowanie roztworów hipotonicznych w oznaczeniach objętości fazy rozdrobnionej według zasady Hamburgera. Zasada ta bowiem przyjmuje stałość wartości x i jej niezależność od stężenia ciał osmotycznie czynnych w środowisku.

Zachodzi pytanie, czy i w jakim stopniu warunek ten zostaje spełniony w roztworach hipertonicznych, czyli — idzie o stwierdzenie, czy zwiększenie stężenia ciał osmotycznie czynnych w komórce wywołuje zmiany wtórne w objętości substancji rozdrobnionych. Odpowiedź na to pytanie daje porównanie objętości jaj, zmierzonych w tych roztworach, z objętościami obliczonymi ze wzoru (1).

Najbardziej przekonujące w tym kierunku jest jedno z doświadczeń, przeprowadzonych na *Paracentrotus lividus* (tab. II), w którym wszystkie pomiary wykonano na jednym i tym samym jajku, przenoszonym kolejno do roztworów o wzrastającym ciśnieniu osmotycznym.

Tabela II.

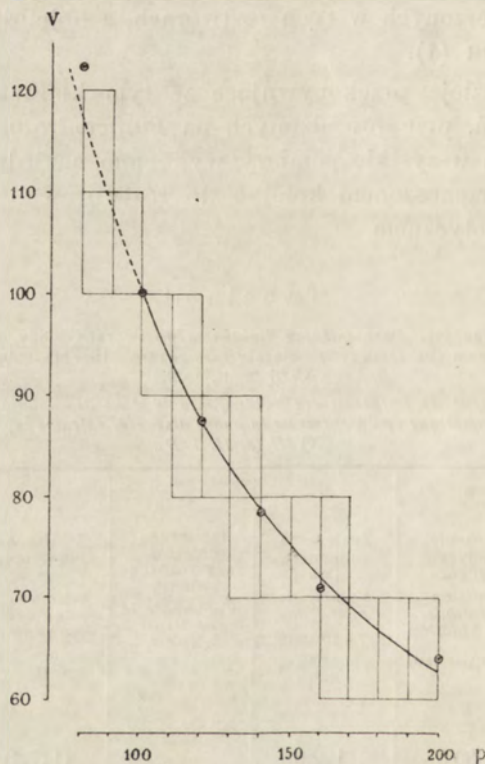
Objętość (v) jednego jaja *Paracentrotus lividus* w roztworach wody morskiej o różnym ciśnieniu osmotycznym (p). Obliczona objętość fazy rozdrobnionej (x) = 25.1%. Doświadczenie XVIII (8. II. 1929).

Volume (v) d'un oeuf de *Paracentrotus lividus*, mesuré dans des solutions d'eau de mer de diverse pression osmotique (p). Volume de la phase dispersée calculée (x) = 25.1%. Expérience XVIII (8. II. 1929).

| Nr. obserwacji | a | b | c | d | e |
|----------------|--|--|---|---|---------|
| | Ciśnienie osmotyczne roztworu <i>Pression osmotique de la solution</i> ($1.96^\circ\Delta = 100$) p | Znaleziona objętość jaja <i>Volume de l'oeuf trouvé</i> ($85.7 \times 10^{-4} \text{mm}^3 = 100$) $n = 10$ v | Obliczona objętość fazy rozdrobnionej <i>Volume de la phase dispersée calculée</i> $x = v - \frac{7478}{p}$ | Obliczona objętość jaja <i>Volume de l'oeuf calculé</i> $v = \frac{7478}{x} + 25.1$ | $b - d$ |
| 1 | 80.6 | 122.6 | — | (117.4) | (+4.9) |
| 2 | 100.0 | 100.0 | 25.2 | 99.9 | +0.1 |
| 3 | 120.4 | 87.5 | 25.4 | 87.2 | +0.3 |
| 4 | 140.3 | 78.3 | 25.0 | 78.4 | -0.1 |
| 5 | 159.7 | 70.9 | 24.0 | 71.9 | -1.0 |
| 6 | 199.0 | 63.9 | 26.3 | 62.7 | +1.2 |

Widzimy tutaj, że objętość jaja w roztworach o zwiększającym się stężeniu soli ($p = 100 - 199$) zmniejsza się prawidłowo,

dochodząc w podwójnie stężonej wodzie morskiej do 63.9% wielkości normalnej, czyli do wartości znacznie większej od tej, jaka przybrałaby w tych warunkach komórka Traubego, wypełniona roztworem krystaloidów. Fakt ten wyklucza istnienie odwrotnie proporcjonalnej zależności między objętością całej komórki a ciśnieniem osmotycznym roztworu hipertonicznego, natomiast analiza odnośnych wartości doprowadza do stwierdzenia istnienia takiej zależności między ciśnieniem osmotycznym a objętością fazy wodnej, która jest mniejsza od objętości całej komórki o przestrzeń, wypełnioną przez fazę rozdrobnioną.



Rys. 1. Zmiany objętości (v) jednego jaja *Paracentrotus lividus* w roztworach wody morskiej o różnym ciśnieniu osmotycznym (p). Według danych tab. II.

Fig. 1. Variations du volume (v) d'un seul oeuf de *Paracentrotus lividus* plongé dans des solutions d'eau de mer de diverse pression osmotique (p). D'après les données du tabl. II.

Obliczanie objętości tej fazy w jajach, traktowanych różnymi roztworami hipertonicznymi, dowodzi, że nie ulega ona zmianom jednokierunkowym w zależności od ilości odciągniętej z komórki

wody (tab. II, kol. c) i nie zmienia się, jak to wynika z doświadczenia, podanego w tab. I — nawet w trzykrotnie stężonej wodzie morskiej. Odchylenia od średniej wartości x , równej 25.1% (kol. c), są w rozpatrywanym doświadczeniu wyjątkowo małe i prawdopodobnie znajdują się w granicach błędu pomiaru objętości całego jaja. Dzięki temu też stwierdzamy wystarczającą zgodność między punktami, odpowiadającymi znalezionym objętościom komórki w roztworach hipertonicznych, a przebiegiem krzywej teoretycznej, obliczonej dla $x = 25.1\%$ (por. rys. 1).

Tabela III.

Objętość jaj *Paracentrotus lividus* w roztworach hipertonicznych wody morskiej. Obliczona objętość fazy rozdrobnionej (x) = 27.0%. Doświadczenie XII (10. VIII. 1925).

Volume des oeufs de Paracentrotus lividus dans des solutions hypertoniques d'eau de mer.
Volume de la phase dispersée calculé (x) = 27.0%. Expérience XII (10. VIII 1925).

| Nr. obserwacji Nr. d'observation | Ciśnienie osmotyczne roztworu <i>Pression osmotique de la solution</i> ($1.96^\circ \Delta = 100$) p | Objętość jaja <i>Volume de l'oeuf</i> | | a - b |
|-------------------------------------|---|---|--|-------|
| | | znaleziona <i>trouvé</i> ($107.3 \times 10^{-4} \text{ mm}^3 = 100$) $n = 10$ v | obliczona <i>calculé</i> $v = \frac{7414}{p} + 27.0$ | |
| 1 | 100 | 100.0 ± 1.5 | 99.1 | +0.9 |
| 2 | 150 | 73.9 ± 1.6 | 76.4 | -1.5 |
| 3 | 200 | 64.7 ± 2.1 | 64.1 | +0.6 |
| 4 | 225 | 59.2 ± 0.6 | 60.2 | -1.0 |
| 5 | 300 | 53.5 ± 1.4 | 52.4 | +1.1 |

Tabela IV.

Objętość jaj (v) *Arbacia pustulosa* w roztworach wody morskiej o różnym ciśnieniu osmotycznym (p). Obliczona objętość fazy rozdrobnionej (x) = 36.4%. Doświadczenie XXa (16. II. 1929).

Volume des oeufs d'Arbacia pustulosa dans des solutions anisotoniques d'eau de mer.
Volume de la phase dispersée calculé (x) = 36.4%. Expérience XXa (16. II. 29).

| Nr. obserwacji Nr. d'observation | Ciśnienie osmotyczne roztworu <i>Pression osmotique de la solution</i> ($1.96^\circ \Delta = 100$) p | Objętość jaja <i>Volume de l'oeuf</i> | | a - b |
|-------------------------------------|---|---|--|---------|
| | | znaleziona <i>trouvé</i> ($121.6 \times 10^{-4} \text{ mm}^3 = 100$) $n = 10$ v | obliczona <i>calculé</i> $v = \frac{6379}{p} + 36.4$ | |
| 1 | 60.7 | 158.9 ± 3.3 | (141.5) | (+17.4) |
| 2 | 80.6 | 125.3 ± 3.7 | (115.5) | (+ 9.8) |
| 3 | 100.0 | 100.0 ± 2.6 | 102.2 | - 0.2 |
| 4 | 120.4 | 89.5 ± 3.9 | 89.4 | + 0.1 |
| 5 | 159.7 | 76.7 ± 2.4 | 76.4 | + 0.3 |
| 6 | 199.0 | 68.2 ± 1.1 | 68.5 | + 0.3 |

Tabela V.

Objętość jaj (v) *Phallusia mamillata* w roztworach wody morskiej o różnym ciśnieniu osmotycznym (p). Obliczona objętość fazy rozdrobnionej (x) = 19.3%. Doświadczenie XXVI (21.II.1929)
Volume des oeufs de Phallusia mamillata dans des solutions anisotoniques d'eau de mer.
Volume de la phase dispersée calculé (x) = 19.3%. Expérience XXVI (21.II.1929).

| Nr. obserwacji Nr. d'observation | Ciśnienie osmotyczne roztworu <i>Pression osmotique de la solution</i> (1.93°Δ = 100) p | Objętość jaja <i>Volume de l'oeuf</i> | | a - b |
|-------------------------------------|--|--|--|--------|
| | | znaleziona <i>trouvé</i> (938.1 × 10 ⁻⁴ mm ³ = 100) $n = 10$ v | obliczona <i>calculé</i> $v = \frac{8100}{p} + 19.3$ | |
| 1 | 80.6 | 126.3 ± 2.9 | (119.5) | (+6.5) |
| 2 | 100.0 | 100.0 ± 0.8 | 100.3 | -0.3 |
| 3 | 140.3 | 77.6 ± 0.5 | 77.0 | +0.6 |
| 4 | 159.7 | 69.9 ± 0.6 | 70.0 | -0.1 |
| 5 | 179.6 | 63.9 ± 0.3 | 64.4 | -0.5 |
| 6 | 199.0 | 60.3 ± 0.9 | 60.0 | +0.3 |

Tabela VI.

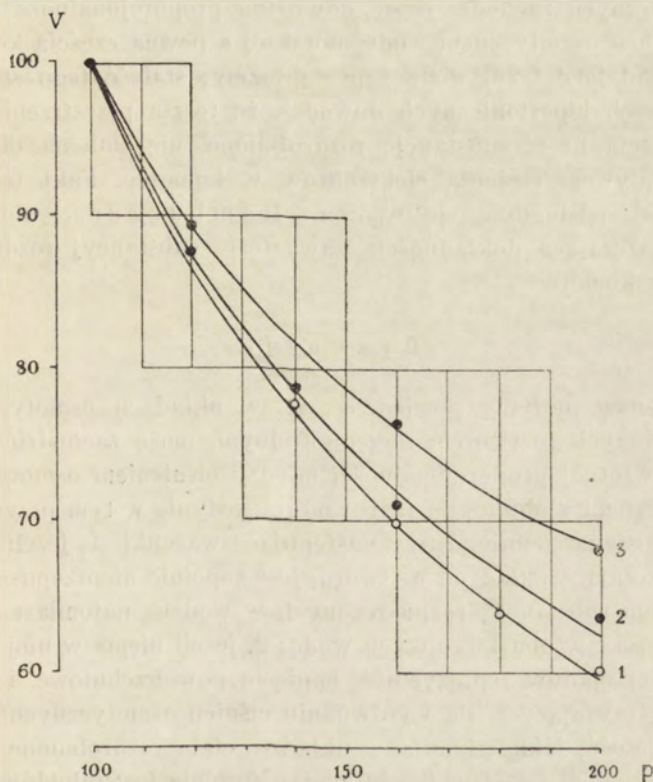
Objętość jaj (v) *Echinus microtuberculatus* w roztworach wody morskiej o różnym ciśnieniu osmotycznym (p). Obliczona objętość fazy rozdrobnionej (x) = 22.6%.
 Doświadczenie XX b (16. II. 1929).

Volume des oeufs d'Echinus microtuberculatus dans des solutions anisotoniques d'eau de mer.
Volume de la phase dispersée calculé (x) = 22.6%. Expérience XX b (16. II. 1929).

| Nr. obserwacji Nr. d'observation | Ciśnienie osmotyczne roztworu <i>Pression osmotique de la solution</i> (1.96° Δ = 100) p | Objętość jaja <i>Volume de l'oeuf</i> | | a - b |
|-------------------------------------|---|--|--|--------|
| | | znaleziona <i>trouvé</i> (124.5 × 10 ⁻⁴ mm ³ = 100) $n = 10$ v | obliczona <i>calculé</i> $v = \frac{7627}{p} + 22.6$ | |
| 1 | 80.6 | 124.5 ± 1.1 | (117.2) | (+7.3) |
| 2 | 100.0 | 100.0 ± 1.7 | 98.9 | +1.1 |
| 3 | 140.3 | 76.1 ± 1.0 | 76.9 | -0.8 |
| 4 | 159.7 | 70.2 ± 2.2 | 70.4 | -0.2 |
| 5 | 199.0 | 61.1 ± 0.8 | 60.9 | +0.2 |

Takiej samej analizy wyników dokonaliśmy w stosunku do doświadczeń, przeprowadzonych na jajach innych gatunków zwierząt morskich (*Arbacia pustulosa*, *Phallusia mamillata*, *Echinus microtuberculatus*, tab. III—VI). W tych jednak doświadczeniach jaja mierzono masowo, wyprowadzając średnią objętość jednego jaja z 10-ciu pomiarów w każdym roztworze. Pomimo większego

popętnianego w tym przypadku błędu, należy uznać we wszystkich doświadczeniach zgodność między wynikami pomiarów a założeniem równania (1) za wystarczające (rys. 2). Za szczególnie zadawalający można uznać wynik doświadczenia, przeprowadzonego nad jajami *Phallusia mamillata* (tab. V), które ze względu na stosunkowo małe różnice w wielkości poszczególnych jaj bardziej od innych nadają się do tego rodzaju pomiarów.



Rys. 2. Zmiany objętości jaj (v) *Phallusia mamillata* (krzywa № 1), *Paracentrotus lividus* (№ 2) i *Arbacia pustulosa* (№ 3) w roztworach hipertonicznych wody morskiej ($\Delta = 1.96^\circ$, $p = 100$).

Fig. 2. Variations du volume des oeufs (v) de *Phallusia mamillata* (№ 1), de *Paracentrotus lividus* (№ 2) et d'*Arbacia pustulosa* (№ 3) dans des solutions hypertoniques d'eau de mer ($\Delta = 1.96^\circ$, $p = 100$).

Ogólne wyniki dokonanych przez nas obliczeń objętości fazy rozdrobionej w jajach przedstawiają się zatem w sposób następujący:

| № tabeli | <i>x</i> |
|--|----------|
| V. <i>Phallusia mamillata</i> | 19.3 % |
| VI. <i>Echinus microtuberculatus</i> | 22.6 % |
| II. <i>Paracentrotus lividus</i> | 25.1 % |
| III. <i>Paracentrotus lividus</i> | 27.0 % |
| IV. <i>Arbacia pustulosa</i> | 36.4 % |

Reasumując, możemy zatem twierdzić, że w roztworach hipertonicznych zachodzi ściśle odwrotna proporcjonalność między ciśnieniem osmotycznym wody morskiej a pewną częścią komórki. odpowiadającą fazie wodnej protoplazmy; stałość tego stosunku w płynach hipertonicznych dowodzi, że reszta przestrzeni, która jest zajęta przez substancje rozdrobnione, nie zmienia objętości pod wpływem stężenia elektrolitów w komórce. Fakt ten daje możność, posługując się wzorem *Hamburgra*, obliczenia z wystarczającą dokładnością zawartości substancyj rozdrobnionych w komórce.

D y s k u s j a.

Zgóry możemy powiedzieć, że w układach osmotycznych, wypełnionych roztworem niejednorodnym, może zachodzić stosunek odwrotnej proporcjonalności między ciśnieniem osmotycznym zewnętrznym a objętością fazy wodnej, jedynie w tym przypadku, jeżeli zostaną spełnione trzy następujące warunki: 1, jeżeli błona, odgraniczająca układ od roztworu, jest zupełnie nieprzepuszczalna względem substancyj rozpuszczonych w wodzie, natomiast dobrze przepuszcza w obu kierunkach wodę; 2, jeżeli niema w niej znaczniejszych oporów (sprężystość, napięcie powierzchniowe, i t. p.), przeciwstawiających się wyrównaniu ciśnień osmotycznych; 3, jeżeli objętość, jaką zajmują w układzie ciała rozdrobnione, pozostaje niezmienna pod wpływem zmian stężenia krystaloidów w cieczy międzycząstkowej.

Jak stwierdziliśmy, komórki jajowe czynią zadość powyższym warunkom jedynie w roztworach hipertonicznych. Gdy mianowicie w wodzie morskiej rozcieńczonej zmniejszenie koncentracji elektrolitów powoduje nadmierne pobieranie wody wskutek jej wiązanie przez koloidy komórkowe, to w hipertonicznych roztworach komórka traci wodę w ten sposób, jakgdyby ogólna objętość substancyj rozdrobnionych była wielkością niezmienną, nie-

zależną od zwiększonego stężenia elektrolitów wewnątrz komórki. Zgodność pomiarów objętości jaj z założeniami równania, określającego stosunek objętości fazy wodnej komórki do ciśnienia osmotycznego roztworu, dowodzi ponadto, że komórki jajowe w roztworach hipertonicznych czynią również zadość dwu pozostałym warunkom układu osmotycznego: mianowicie, zachowują się one w ten sposób, jakgdyby wielkość oporów, stawianych przez warstwy powierzchniowe cytoplazmy, była znikomo mała w porównaniu z działającymi siłami osmotycznymi, oraz jakgdyby własności półprzepuszczalne otoczki plazmatycznej nie ulegały zmianie pod wpływem działania stężonych roztworów soli.

Oparcie metody oznaczania objętości fazy rozdrobnionej na opisanem zachowaniu się komórek w płynach hipertonicznych wymaga jednak zachowania szeregu specjalnych warunków doświadczalnych.

Pomijając dokładność samego pomiaru objętości, jednym z najważniejszych warunków, tkwiącym w samym obiekcie, jest duży stopień plastyczności warstw powierzchniowych komórki, biernie odkształcających się pod wpływem działania sił osmotycznych. Komórki badane winny być nieoblonione i posiadać otoczkę plazmatyczną, ujawniającą minimum oporu. Mała plastyczność warstw powierzchniowych może sprawić, że obliczona objętość fazy rozdrobnionej będzie większa od rzeczywistej dzięki temu, że objętość, jaką zajmie komórka w roztworze hipertonicznym, będzie — wskutek oporu tych warstw — zawsze większa od teoretycznej.

Drugim warunkiem, który może być w przeciwieństwie do poprzedniego opanowany eksperymentalnie, jest sprowadzenie do minimum szkodliwego działania płynów hipertonicznych. Z góry można przewidywać, że działanie to idzie w dwu kierunkach: 1, stężone roztwory soli mogą zwiększać przepuszczalność otoczki plazmatycznej względem ciał rozpuszczalnych, powodując endosmozę elektrolitów i związaną z nią deplazmolizę; 2, mogą one ponadto wtórnie zmniejszać objętość fazy rozdrobnionej, a to wskutek zagęszczenia elektrolitów wewnątrzkomórkowych, wywołując odwodnienie i wytrącanie się ciał koloidalnych. W pierwszym przypadku objętość komórki, jaką zajmie w roztworze hipertonicznym, będzie większa, w drugim zaś mniejsza od teoretycznej, obliczona zaś objętość fazy rozdrobnionej będzie odpo-

wiednio odbiegać od wartości rzeczywistych. Nie wiemy, w jakim stopniu to odwrotne działanie płynów hipertonicznych na ostateczną objętość komórki znosi się nawzajem, w każdym bądź razie może ono stanowić poważne źródło błędu metody.

Zmniejszenia błędu, wypływającego z tego źródła, można dokonać eksperymentalnie albo redukując do minimum czas działania roztworów hipertonicznych, bądź też używając roztworów mało stężonych, lub wreszcie uwzględniając oba te czynniki w stosunku wzajemnym, zapewniającym najlepsze warunki eksperymentu fizjologicznego oraz odpowiednią dokładność samego oznaczenia.

W pierwszym przypadku czynnikiem ograniczającym jest czas, niezbędny do wyrównania ciśnień osmotycznych. W naszych doświadczeniach czas, w którym komórki jajowe osiągały najmniejszą objętość, nie przekraczał, nawet w roztworach najbardziej stężonych, dwudziestu minut.

Druga ewentualność, polegająca na stosowaniu roztworów możliwie mało stężonych, pozostaje w sprzeczności z zasadą dokładnego oznaczenia zawartości substancji rozdrobnionych w komórce. Gdy bowiem w interesie zachowania fizjologicznych warunków leży utrzymanie stężenia, możliwie mało odbiegającego od stężenia ciał osmotycznych w normalnym środowisku komórki, to warunkiem dokładnego oznaczenia substancji rozdrobnionych jest osiągnięcie możliwie największej redukcji wielkości komórki, ponieważ błąd, jaki popełniamy w ustaleniu ostatecznej objętości komórki w hipertencji, ma wtedy wpływ stosunkowo najmniejszy na ścisłość oznaczenia objętości fazy rozdrobnionej. Jak to wynika z obliczenia orientacyjnego, w przypadku np. 20% zawartości substancji rozdrobnionych, błąd jednoprocentowy w pomiarze objętości komórki, znajdującej się w roztworze o $p = 200$, powoduje nieścisłość w oznaczeniu fazy rozdrobnionej, wynoszącą tylko 6%, w roztworze o $p = 150\%$ już 11.4%, zaś przy $p = 110\%$ dochodzi do błędu, równemu 52.6% mierzonej wielkości. W jednakowych pozostałych warunkach błąd ten jest tem mniejszy, im komórka zawiera większą ilość substancji rozdrobnionych.

Ponieważ zaś dokładność oznaczenia fazy rozdrobnionej zależy od stopnia odciągnięcia wody z komórki, pożądane jest użycie takiego najbardziej stężonego roztworu soli, w którym przy

najkrótszym czasie działania, zależnym od osiągnięcia równowagi osmotycznej, nie następowałyby zmiany wtórne ani w przepuszczalności otoczki plazmatycznej, ani też w stopniu wiązania wody przez koloidy komórkowe. Stosunek wzajemny tych dwu czynników eksperymentalnych, t. j. stopnia hipertoniczności roztworu i czasu jego działania, zależy niezawodnie od właściwości badanego obiektu. W naszych doświadczeniach, przeprowadzonych na niezapłodnionych, dojrzałych komórkach jajowych kilku zwierząt morskich, osiągnęliśmy warunki optymalne, działając w ciągu pół godziny dwukrotnie stężonym roztworem wody morskiej.

Streszczenie wyników.

1°. Metoda oznaczania objętości fazy rozdrobnionej w komórce żyjącej, oparta na zasadzie *Hamburgera*, przyjmującej odwrotną proporcjonalność między objętością cieczy międzycząstkowej w cytoplazmie a ciśnieniem osmotycznym środowiska, może być stosowana do niezapłodnionych komórek jajowych jedynie w przypadku użycia roztworów hipertonicznych.

2°. Zgodność między objętościami jaj znalezionymi i obliczonymi według wzoru dowodzi, że w warunkach zachowania odpowiedniego stężenia roztworów hipertonicznych oraz czasu ich działania — na ostateczną objętość komórki nie wywiera wpływu ani sprężystość warstw powierzchniowych protoplazmy, ani też ewentualne zmiany w przepuszczalności otoczki plazmatycznej lub w stopniu adsorpcji wody przez koloidy komórkowe.

3°. Odmienne zachowanie się jaj w roztworach hipotonicznych, polegające na nadmiernym pobieraniu wody, autor tłumaczy pęcznieniem koloidów plazmatycznych, następującem wskutek rozcieńczenia elektrolitów w cieczy międzycząstkowej.

Piśmiennictwo.

Białaszewicz K. 1928. Studja porównawcze nad składem cieczy międzycząstkowej komórek jajowych. *Acta Biol. Exper.* 1, Nr. 11. Białaszewicz K. 1929. Recherches sur la répartition des électrolytes dans le protoplasme des cellules ovulaires. *Protoplasma.* 6 (1). Mc. Cutcheon M., B. Lucké and H. K. Hartline. 1931. The osmotic properties of living cells (eggs of *Arbacia punctulata*). *Journ. of gen. Physiol.* 14

(393). Ege R. 1922. Untersuchungen über die Volumveränderungen der Blutkörperchen in Lösungen verschiedenen osmotischen Druck. III Mit.: Studien über das osmotische Verhalten der Blutkörperchen. *Bioch. Zeitschr.* 130 (99). Ege R. 1927. The dispersed phase of the blood corpuscles. *Bioch. Journ.* 21 (967). Fauré - Fremiet E. 1924. L'œuf de *Sabellaria alveolata*. Thèse (Sér. A, Nr. 960). Paris. Gough A. 1924. The nature of the red blood corpuscle. *Bioch. Journ.* 18 (202). Hamburger H. J. 1898. Ueber den Einfluss von Salzlösungen auf das Valumen tierischer Zellen. *Arch. f. (Anat. u.) Physiol.* Hamburger H. J. 1901. Osmotischer Druck und Ionenlehre. Bd. I. Wiesbaden. Herbst K. 1904. Ueber die zu Entwicklung der Seeigellarven nothwendigen anorganischen Stoffe, ihre Rolle und ihre Vertretbarkeit. III Teil. Die Rolle der nothwendigen anorganischen Stoffe. *Arch. f. Entw.-Mech.* 17 (306). Kamada T. and Yamamoto T. 1931. Elastic constant of membrane, non-aqueous space of protoplasm and amount of free solutes in the egg of an Annelid, *Ceratocephale osawai*. *Journ. of the Fac. of Sc., Imper. Univ. of Tokyo. Sec. IV, Vol. 2, Part 4* (357). Koeppe H. 1900. *Physikalische Chemie in der Medizin. Einführung in die physikalische Chemie und ihre Verwertung in der Medizin.* Wier (Hölder). Netter H. 1927. Ueber den nichtlösenden Raum (sog. disperse Phase) und seine Bedeutung für zellphysiologische Probleme. *Sammelreferat. Protoplasma.* 2 (554).

Gniazda i zwierzyna łowna Grzebaczowatych w Polsce. Nids et proies des Sphégiens de Pologne

deuxième série ¹⁾ de fragments éthologiques
avec une planche (Tab. VI) hors texte

par

ROMUALD MINKIEWICZ

(Institut Nencki de Biologie Expérimentale, à Varsovie).

Un chasseur de Chalcidides:

Crabro (Lindenius) pygmaeus Lind.

1. Terrain de nidification.

Kazimierz-sur-Vistule. Loess du plateau de Lublin. Allées, plusieurs fois râtissées, d'un jardin floricole et fruitier. Nidification observée: Juillet-Septembre, 1931—1932.

2. Architecture du nid.

Petite butte passagère en fin loess d'éjection, vite balayée par les vents et pluies. Orifice d'entrée circulaire, de 0,2 cm de diamètre. Galerie d'accès inclinée de quelques 30° par rapport à la verticale, longue d'une dizaine de cm.

Loges ovalaires, ne mesurant que 0,75—0,8 sur 0,35 cm, en nombre variable, placées horizontalement à de distances variées du bout inférieur de la galerie, mais toutes à un même niveau ou presque (=nid monoplan), et toujours du côté opposé à celui de l'orifice d'entrée (fig. 1, Tab. VI).

3. Quelques traits de comportement.

La femelle est extrêmement circonspecte en rentrant dans son nid, même en absence de tout ennemi alentour. Elle ne s'y approche qu'après avoir fait maints détours brusques et fort sinueux, et puis s'y précipite avec une vitesse inouïe. Libre ou chargée d'une proie, elle entre dans la galerie toujours la tête la première, et en sort de la même manière.

4. Proies.

Il ne me semble pas qu'on eût jamais procédé à identifier spécifiquement les proies du *Lindenius pygmaeus* bien que l'on

¹⁾ La première série de ces fragments a été insérée dans le No 3-4, t. X, 1931, du présent Bulletin.

savait depuis longtemps qu'il n'approvisionne ses larves qu'avec des Chalcidides, y mêlant parfois quelque Braconide.

Grâce à l'extrême obligeance d'un Chalcidologue de marque, M. l'ingénieur Ś. Nowicki, de Toruń, qui a bien voulu examiner soigneusement le contenu des trois nids que je lui avais présenté, je suis à même d'en donner une liste assez longue, bien qu'elle soit, sûrement, fort loin d'être complète. La voici :

| | | | |
|----------|----------|--|-----------|
| gen. I. | spec. 1. | <i>Amblymerus modestus</i> Walk. | 1 ♀ |
| " II. | " 2. | <i>Cecidostiba collaris</i> Thoms. | 2 ♀ ♀ |
| " III. | " 3. | <i>Coeloplasthia cephalotes</i> Thoms. | 1 ♀ |
| " IV. | " 4. | <i>Conomorium eremita</i> Försk. | 2 ♀ ♀ |
| " V. | " 5. | <i>Dibrachys boucheanus</i> Ratz. | 1 ♀ |
| " VI. | " 6. | <i>Diglochis complanatus</i> Ratz. | 1 ♀ |
| " VII. | " 7. | <i>Dirhicnus domesticus</i> Walk. | 4 ♀ ♀ |
| " VIII. | " 8. | <i>Habrocytus artemisiae</i> Frst. | 1 ♀ |
| " " | " 9. | " <i>psittacinus</i> Försk. | 1 ♀ |
| " " | " 10. | ? " sp., sp., sp. | 6 ♀ ♀ |
| " IX. | " 11. | <i>Homoporus</i> sp. | 1 ♂ |
| " X. | " 12. | <i>Pachyneuron formosum</i> Walk. | 1 ♀ 4 ♂ ♂ |
| " ? XI. | " 13. | ? <i>Pteromalidae</i> gen. sp. | 2 ♀ ♀ |
| " XII. | " 14. | <i>Stenomalus subfumatus</i> Thoms. | 1 ♀ |
| " " | " 15. | " <i>rugosus</i> Thoms. | 1 ♀ |
| " XIII. | " 16. | <i>Trichomalus punctinucha</i> Thoms. | 1 ♀ |
| " " | " 17. | " sp. | 1 ♀ |
| " XIV. | " 18. | <i>Euplectrus bicolor</i> Swed. | 1 ♀ |
| " XV. | " 19. | <i>Necremnus hippias</i> Walk. | 4 ♀ ♀ |
| " " | " 20. | " var. (<i>laetus</i>) | 1 ♀ |
| " XVI. | " 21. | <i>Tetrastichus</i> sp. | 1 ♀ |
| " XVII. | " 22. | <i>Callimome verbasci</i> Rus. | 1 ♀ |
| " XVIII. | " 23. | <i>Systasis encyrtoides</i> Walk. | 5 ♂ ♂ |

Donc, pour le moins, vingt trois espèces (dix-huit genres), dont les dix-sept premières (13 genres) appartiendraient à la famille des *Pteromalinae*, les quatre suivantes à celle des *Eulophinae*, et les deux dernières, l'une à des *Toryminae* (aujourd'hui *Callimomidae*), l'autre à des *Miscogasterinae*¹⁾.

Ajoutons, que dans les mêmes loges, j'ai trouvé plusieurs Braconides du genre *Apanteles* sp.

Une loge peut renfermer jusqu'à une vingtaine de proies entassées. Pour en donner l'idée exacte, voici le menu d'une loge déterrée le 1 Septembre 1931 : *Cecidostiba collaris* 2 ♀ ♀

¹⁾ D'après une taxonomie déjà surannée de O. Schmiedeknecht, 1907. Je n'ai pas d'autre sous la main.

Coelopisthia cephalotes 1 ♀, *Conomorium eremita* 1 ♀, *Dibrachys boucheana* 1 ♀, *Diglochis domesticus* 1 ♀, *Dirhicnus complanatus* 1 ♀, *Euplectrus bicolor* 1 ♀, *Habrocytus artemisiae* 1 ♀, *H. psittacinus* 1 ♀, *H. sp.* 2 ♀, *Necremnus hippias* 3 ♀, *N. h. var. laetus* 1 ♀, plus 1 *Apanteles sp.*, au total = 17 individus. Quant aux espèces qui n'ont pas pu être identifiées, M. Ś. Nowicki me fait remarquer que les unes, comme p. ex. le *Homoporus sp.*, étant des mâles, sont fort difficiles à classer exactement, tandis que les autres, comme p. ex. divers *Habrocytus sp.*, demanderaient une revision radicale du genre, dans son ensemble.

L'étonnante richesse en genres des Chalcidides qui tombent entre les pattes de notre crabronne, fait penser qu'elle ne les chasse que sur des fleurs où, réellement, on trouve réunies ensemble bien d'espèces des Chalcidiens, et des plus disparates.

5. L'Oeuf.

L'oeuf du *Cr. pygmaeus*, en forme de croissant allongé, de dimensions assez fortes par rapport à l'exiguïté de la proie, s'y trouve collé au cou par l'une de ses extrémités (fig. 2).

Deux chasseurs de Brachycères:

Crabro (*Crossocerus*) *palmarius* Schreb.

1. Terrain.

Kazimierz-sur-Vistule. Parties planes de loess, parmi les herbes et arbustes d'un sous-bois. Août 1931.

2. Architecture.

Une butte ovale, surmontée d'une sorte de quasi-cheminée un peu courbée. Galerie d'accès fortement inclinée par rapport à la verticale, longue d'une quinzaine de centimètres.

3. Proies.

La seule mouche que j'ai dérobée à une femelle qui se préparait à pénétrer dans l'orifice de la cheminée, est, d'après M. le dr. E. Séguy, une *Lauxania aenea* Fallén.

4. Quelques traits de comportement.

Empêchée d'entrer dans son nid par la présence de l'observateur qui demeurait, d'ailleurs, à un demi-mètre du nid, la

femelle se portait de côté et d'autre, à une distance respectable, se posant tantôt ici, tantôt là, parmi les herbes environnantes, sa mouche toujours sous son ventre (probablement, maintenue par ses pattes médianes, comme le font, d'après mes observations, les *Crossocerus elongatulus*, *Ectemnius spinicollis*, *Thyreopus peltarius* et bien d'autres Crabroniens). Bien que la manoeuvre durasse assez longtemps, la guêpe ne lâcha pas sa proie; elle ne l'abandonna pas même pour un instant. De temps en temps, elle essayait de s'approcher peureusement du nid, mais toujours réculait de nouveau. Ce n'est seulement que quand je me suis retiré un peu plus loin, qu'elle se décida, après un temps, à gagner la cheminée de son nid, où elle plongea la tête la première, sans avoir posé préalablement sa mouche sur la butte, comme le font toujours les *Mellinus arvensis*¹⁾.

Crabro (Lindeni) panzeri Lind.

1. Terrain.

Kazimierz-sur-Vistule. Même terrain, même saison et mêmes emplacements que ceux du *Cr. pygmaeus*. C'est l'espèce de beaucoup la plus commune sur le terrain en question; elle y pullule, littéralement.

2. Architecture.

Petite butte passagère à cratère d'éjection. Orifice d'entrée circulaire. Galerie d'accès verticale, longue d'une douzaine de centimètres.

3. Proies.

Le *Cr. panzeri* capture surtout des petites mouches jaune-clair, *Chloropisca glabra* Zett., de la famille des *Chlo-*

¹⁾ Si nous appuyons sur ces faits, c'est qu'ils représentent pour nous des traits distinctifs qui nous serviront un jour à caractériser et à classer le comportement des Sphégiens, et des prédateurs en général. Ainsi, p. ex. parmi les Sphégiens diptéragres je ne connais pour le moment que le *Mellinus arvensis* qui, étant mis pied sur la butte de son nid, y ferait volte-face de 180°, puis souleverait sa tête d'un mouvement brusque (à l'instar d'une larve de Cicindelle rejetant un grain de sable) afin de dégager sa mouche de dessous son corps, puis la mettrait sur le sol, sans, d'ailleurs, s'en départir, et puis, enfin, pénétrerait dans la galerie, l'abdomen le premier (comme le font les Ammophiles et une partie des Pompilides), en tirant sa proie après elle par les antennes, à l'instar des nombreuses Pompilidae.

ropidae. Plusieurs semaines durant, les trois ou quatre femelles observées d'une manière suivie à l'entrée de leur nid, ne portaient que des *Chloropisca*. Je leur en ai dérobées plusieurs dizaines. Toutefois, il leur arrive de capturer d'autres espèces, faisant partie d'autres familles (*Trypetidae*, *Ephydriidae*), à ce qu'on peut conclure d'après le contenu d'un nid que j'avais déterré au mois d'Août 1931 et qui fût ensuite consciencieusement examiné par M. le dr. E. Ségu y. En voici la liste d'espèces que M. Ségu y y a pu identifier (en partie d'après des débris):

Chloropisca sp.
Madiza glabra Fallén.
Orellia jaceae Fab.
Trypanea stellata Fuessly.

Comme l'on y voit, toutes sont des Acalyptères (=Holo-métopes), ce qui constitue un fait d'un haut intérêt éthologique.

Un chasseur hétéragre :

Crabro (*Crossocerus*) *wesmaëli* Lind.

1. Terrain.

Kazimierz-sur-Vistule. Loess. Même terrain et emplacement que ceux des nids des *Cr. pygmaeus* et *panzeri*. Août 1931.

2. Proies.

Les loges d'un seul nid déterré, placées à une profondeur de 8—9 cm., contenaient une espèce d'Hémiptères, à savoir: *Triphleps* cf. *minuta* L. (*Anthocoridae*), dont l'identification me vient de la part de M. Tad. J aczewski, et plusieurs espèces des Nématocères Chironomides et Simuliides, déterminées obligeamment par M. E. Ségu y. Les voici :

Ceratopogon holosericeus Mg.
 " sp. (en très mauvais état)
Tendipes sp. (detto)
Simulium reptans L.

La chasse aux insectes appartenant à des ordres aussi disparates que ceux d'Hémiptères d'un côté et de Diptères de l'autre, m'autorise à appliquer au *Crossocerus wesmaëli* le nom de chasseur hétéragre. Une autre espèce de *Crossocerus*, à savoir, *Cr. anxius* Wesm. serait, d'après Adlerz, non moins

hétéragre que la nôtre. Et il en est ainsi des espèces du sous-genre *Rhopalum*, celles de *R. clavipes* L. et *R. tibiale* F. Et ce qui est intéressant à constater, c'est que ces quatre espèces éminemment hétéragres chassent toutes des Diptères et des Hémiptères.

4. Déterminisme de l'hétéragrie.

Après ce que nous avons réussi à démontrer pour les Ammophiles, notamment, que leur vaste polyagrie n'est déterminée que par une oecologie correspondante de leurs proies, on serait tenté à supposer un déterminisme analogue au cas d'hétéragrie de notre *Crossocerus*. Il faudrait donc chercher, sur quelles plantes et sur quelles parties de ces plantes (fleurs? tiges? tronc? feuillage?) les Nématocères et Hémiptères précités peuvent séjourner ensemble, soit simultanément soit successivement, les uns après les autres?

Notre hypothèse est singulièrement corroborée par ce fait que, dans le cas de la trishétéragrie du *Rhopalum clavipes* (Diptères — Pucerons — Psocides¹), l'habitat végéticole des deux derniers groupes de proies n'est plus sujet à caution.

5. A propos de l'hétérophagie des larves.

Cette hétérophagie, a-t-elle réellement lieu chez le *Crossocerus wesmaëli*? Les rares spécimens d'Hémiptères qui se trouvent de temps en temps tassés par la guêpe dans ses loges parmi les provisions de Diptères, y sont-ils réellement dévorés par sa progéniture? Si oui, ils ne se retrouveraient qu'à l'état de débris, parmi ou à côté des excréments. Si non, ils s'y laisseraient constater intacts, en dehors des cocons.

L'étude des nids mérite bien être reprise de ce biais, car d'une réponse positive ou négative à cette question dépendra l'appréciation du degré de perfection de l'instinct maternel de nos guêpes.

Un chasseur d'Halictes :

Cerceris rybyensis L. (=ornata autorum).

1. Terrain et emplacement.

Kazimierz-sur-Vistule. Loess. Allée longeant un bois de bouleaux et ayant, de l'autre côté, un jardin fruitier et pota-

¹) L. Berland. Hyménoptères vespiformes, I. Faune de France, No 10 (1925) p. 181.

ger et puis un champ de blé. Nidification observée: fin Juin et jusqu'en Septembre, 1931—1932.

Presque tous les nids remarquables se trouvaient juste au milieu de l'allée, en fil, l'un après l'autre, à de distances d'un ou de plusieurs mètres, parfois d'un demi-mètre à peine.

Comme règle, la femelle demeure fidèle à son nid durant toute une saison de nidification (=nid holocycle). Les femelles filles, sorties du terrier l'été suivant, aiment à nicher sur des lieux choisis de leur génitrice. Ainsi, l'emplacement des nids une fois découvert, l'on a fort chance de les y trouver les années suivantes, à moins qu'on ne les détruise. C'est ce qui explique ce fait, qu'en déterrants un nid de *Cerceris*, il n'est pas rare du tout d'y trouver des cocons vides (fig. 4 c), restes des nidifications passées, plus ou moins délabrés selon le nombre d'années écoulées. (Voir, à cet effet, ce qui a été dit à l'occasion du *Mellinus arvensis*, pp. 206—207, fig. 10 a—b, tab. XV, de notre première série de ces fragments).

2. Architecture.

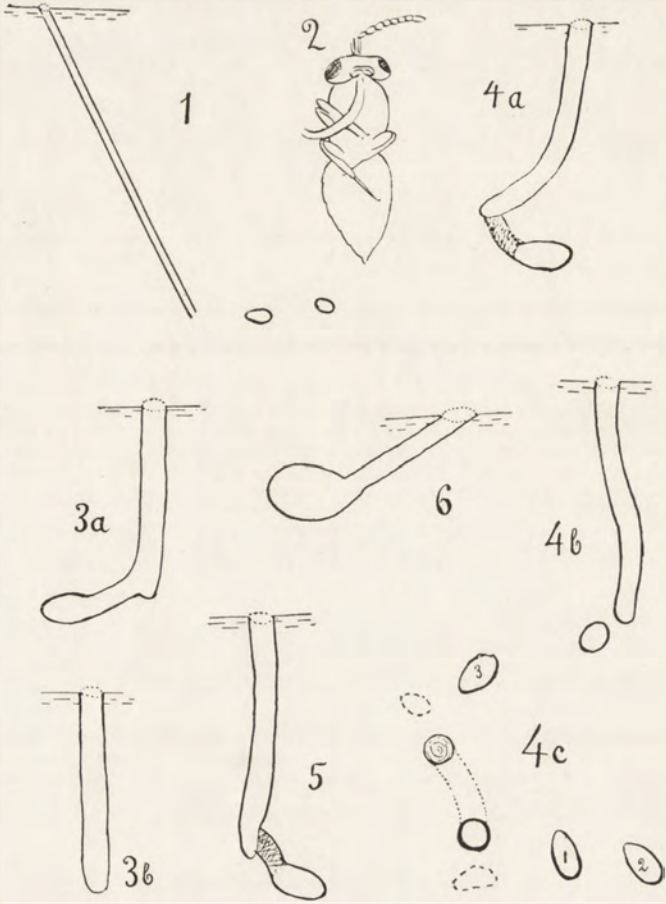
Petite butte passagère à cratère d'éjection, bientôt balayée par les vents et les pluies, mais qui se renouvelle à chaque creusement d'un nouveau couloir secondaire. Orifice d'entrée circulaire. Galerie d'accès verticale, en principe, (fig. 3 a et b), mais déviant parfois dans sa partie inférieure, suivant les circonstances du sol (fig. 4). En correspondance, les couloirs, de longueur fort variable, seront soit horizontaux (fig. 3 a) soit inclinés et contournés des façons diverses (fig. 4—5). Ils ne partent pas, en général, de l'extrême bout de la galerie, mais y laissent un petit cul de sac. Ainsi, les moulages des nids (faits au lait de gypse versé goutte à goutte dans la galerie) donnent souvent l'impression bizarre des bottes d'ecuyer de fantaisie.

Loges toujours horizontales, subellipsoïdales, un peu plus larges que hautes, placées à de distances variées du bout de la galerie, mais à un niveau qui, dans un même nid, varie très peu (=nids en éventail, monoplans ou submonoplans). Leur nombre, dans mes fouilles, ne dépassait pas quatre.

Voici les dimensions trouvées de ces parties:

Diamètre de l'orifice d'entrée = 0,7—0,8 cm.

Longueur de la galerie d'accès = 5,5—7 cm.



R. Minkiewicz: Gniazda i zwierzyzna łowna grzebaczowatych w Polsce.

Longueur des canaux secondaires = 1,5-6 cm.

La loge (à titre d'exemple) = 1,4×0,7×0,9 cm.

Quant à l'oeuf, la larve et le cocon de notre *Cerceris*, nous n'avons rien à ajouter à ce qui se trouve décrit et figuré dans le travail trop bien connu de Paul Marchal (1887), sinon ce fait, que l'oeuf n'est jamais déposé que sur la dernière proie tassée (=nid deuterotoque).

3. Proies.

Détérées ou dérochées à de femelles devant leurs nids, les proies de *Cerceris* n'étaient toujours, sur notre terrain à nous, que des *Halictus*. Une seule fois que j'avais rencontré une Andrène, à savoir — *Andrena propinqua* Schek. ♀ (Juillet 1932), celle-ci se trouvait gisant dans la poussière de la butte d'éjection, tout à côté de l'orifice d'entrée, évidemment jetée par la guêpe et déjà desséchée.

Nos captures, effectuées toutes au mois d'Août 1931, d'après les savantes déterminations de M. le dr. Jan Noskiewicz, de Lwów, à qui nous tenons à renouveler nos remerciements les plus cordiales, appartiennent à six espèces d'*Halictes* que l'on trouvera énumérées sur une liste que voici, avec indication du nombre d'individus et de leur sexe :

| | | |
|----------|--------------------------------|---------------|
| spec. 1: | <i>Halictus fulvicornis</i> K. | — 11 ♀ ♀ |
| 2: | „ <i>laticeps</i> Schek. | — 2 ♀ ♀ + 1 ♂ |
| 3: | „ <i>tumulorum</i> L. | — 2 ♀ ♀ + 1 ♂ |
| 4: | „ <i>linearis</i> Schek. | — 2 ♀ ♀ |
| 5: | „ <i>morio</i> F. | — 2 ♀ ♀ |
| 6: | „ <i>laevis</i> K. | — 1 ♀ |

au total = 20 ♀ ♀ + 2 ♂ ♂

(plus *Andrena propinqua* Schek. — 1 ♀)

Ces espèces ne paraissent pas avoir été citées par les auteurs, à ce que je sache. Eh bien, elles ne représentent que le contenu de 3 ou 4 loges, appartenant à 3 femelles à peine. Combien en reste-t-il à trouver ?!

Parmi ces espèces, le *H. fulvicornis* nous a fourni plus d'une moitié de proies. Il était de toutes les loges exhumées. Les mâles n'y représentent qu'un faible pourcent (9⁰/₁₀).

Le menu d'une loge est, en général, très varié. En voici un, à titre d'exemple: 5 *fulvicornis*, 2 *tumulorum*, 1 *linearis*, 1 *morio*; au total — 9 proies. C'était la loge de la fig. 5.

Mais, il y a des loges qui ne renfermaient que trois gros Haliectes, comme celle de notre fig. 4 a—b, p. ex. Et l'on constate facilement qu'elle ne soit ni de plus petites dimensions, ni moins compactement remplie que les autres loges.

Une loi architectonique générale.

D'après ce que nous avons vu lors de nos fouilles des quatre étés derniers, l'axe majeur de la loge des terriers de Sphégiens tend invariablement vers une horizontale. C'est à peine si le bout distal de la loge se trouve un peu plus enfoncé.

Les profils de trois nids des *Cerceris* donnés sur nos figures, sont extrêmement caractéristiques à cet effet. L'on y voit, de quelle façon bizarre la guêpe recourbe et contortionne les galeries du nid afin de donner à la loge une position horizontale que des conditions spéciales du sol creusé avaient failli empêcher. C'est que la loi semble être formelle pour tous les Sphégiens nidifiant sur le sol, tout indépendamment de la durée du nid, c'est à dire du nombre des loges, tout indépendamment aussi de la direction de la galerie d'accès.

Que la guêpe ne construise qu'un seul nid dans la saison (=nid holocycle) et y ait donc à creuser plusieurs loges, parfois en nombre considérable (=nids polyoïques des *Mellinus arvensis*, *Thyreopus peltarius*, *Lindenius albilabris*); ou bien qu'elle fasse des nids nombreux ne présentant chacun qu'une seule loge (=nids mérocycles et monoïques des Ammophiles et Psammophiles), peu importe! les loges suivront la loi architectonique.

De même, la galerie d'accès peut bien être horizontale, comme au cas de *Bembex rostrata* ou d'*Oxybelus uniglumis* (fig. 14 a de notre première série), ou verticale, comme au cas de *Cerceris rybyensis*, de *Lindenius albilabris* (fig. 6 a, Tab. XI) ou de *Mellinus arvensis* (fig. 10 a, Tab. XV); elle peut aussi être inclinée (cas de *Thyreopus peltarius*, *Lindenius pygmaeus*, *Psammophila affinis* etc.) ou, enfin, coudée (cas d'*Oxybelus nigripes*, fig. 14 b, Tab. XI), sans que, de ce chef, la loi soit dérogée. Ces faits influent, et d'une façon radicale, sur le rapport axial de la loge à la galerie, mais n'y

peuvent rien en fait de la position horizontale de l'axe majeur des loges.

C'est que notre loi architectonique (comme les autres lois pareilles) n'est autre chose qu'une loi éthologique (ou psychophysiologique, si l'on veut) prescrivant une direction sous terre à prendre chaque fois que la guêpe, descendue au fond de sa galerie, s'y apprête à creuser une loge, pour y cacher ensuite l'oeuf et les vivres.

Deux chasseurs de Chenilles:

Psammophila affinis Kirby.

1. Terrain.

Piaski-Gardzienice, à une cinquantaine de klm. de Lublin. Maigre gazon sur du sable argileux d'une plate-bande résiduelle, entre deux chemins creux des champs. Un des emplacements favoris des Ammophiles. Fin Août 1932.

C'est pour la première fois qu'il m'arrive d'observer une *Psammophile* en train de nidifier, bien que j'en aie vu pas mal de femelles, surtout des *hirsuta*, se prêlasser sur des fleurs ou bien courir deci deçà sur le sol. Et c'était toujours aux endroits où nichaient force Ammophiles. (Ainsi, p. ex. à Garbaś, près Suwałki, sur les éboulements d'une fosse d'exploitation de l'argile compacte. Voir Nids et proies, I série, p. 197 sq.). Il m'est évident, qu'autant qu'il est aisé de trouver un nid en construction (en forage) d'une Ammophile, autant il est difficile de trouver celui d'une *Psammophile*, dans nos parages, du moins.

2. Architecture du nid.

Rien qui pourrait déceler un nid du dehors (sinon une plaie chauve sur le gazon). Tout est râtissé, balayé, absolument comme au cas des Ammophiles. Galerie d'accès à orifice circulaire, inclinée par rapport à la verticale de plus de 45°, et longue de 3—4 cm. Loge à peu près horizontale d'un cm. de longueur, dirigée du côté opposé à celui de l'orifice d'entrée (fig. 6). Le tout, mesuré au cathéter in situ, présente une longueur de 5 cm.

3. Une règle (une loi?) architectonique.

La loge fait suite à la galerie sous un angle ouvert. Si l'on faisait passer deux verticales: une par l'orifice d'entrée, une autre par le bout profond de la galerie, la loge se trouverait placée en dehors de l'espace contenu entre les deux (position extralimite ou centrifuge).

La même chose se voit sur les figures des G. et E. Peckham ayant trait à une espèce américaine, *Am. urnaria*. Et dans des cas où, consécutivement à une loi spécifique, la galerie de l'*Amm. sabulosa* devient inclinée, l'on y constate le même fait (à voir sur les fig. 2a et 2b, Tabl. XI, de la première série de ces fragments).

Ainsi, la position extralimite de la loge par rapport au plan architectonique du nid (resp., de la galerie principale), est une règle fixe, dans le groupe des Ammophiles. Est-ce dans ce groupe des Sphégiens, seulement?

Ne venons nous pas d'enregistrer le même fait, sur la fig. 1 relative au *Lindenius pygmaeus*? Et je trouve dans mes notes (qui feront partie d'une troisième série de ces fragments) des croquis des nids du *Thyreopus peltarius* qui corroborent la thèse. Or, ce ne sont plus des nids d'une heure, des nids monoïques (à une seule loge), mais bien des nids durables, holocycles et polyoïques (à plusieurs loges)!

Il y a plus. Notre figure 14 b qui représente un nid d'*Oxybelus*, semble élargir les bases de la règle, en nous montrant qu'elle demeure valable au cas, où la galerie d'accès est coudée.

Voici donc que notre règle se généralise de plus en plus et semble prendre allure d'une loi. Mais, avant de l'énoncer comme telle, il nous faudra étendre nos constatations sur un nombre bien plus grand des différents groupes des Sphégiens, et surtout sur des espèces faisant des nids polyoïques.

La chose mérite d'attirer l'attention des chercheurs, d'autant plus que cette règle ou loi architectonique n'est autre chose qu'une règle (ou loi) éthologique précisant un trait du comportement instinctif, relatif à l'orientation dans l'espace souterrain, d'une guêpe arrivée à la phase ultime, la plus cachée, et la plus importante aussi, de son travail de forage.

Cette règle ou loi est, d'ailleurs, en connexion étroite avec cette autre loi, bien plus générale celle-ci, que nous avons

formulée il y a un instant, à savoir, celle de la tendance de l'axe majeur des loges vers une horizontale.

3. Proies.

Une seule chenille dans la loge, tout comme au cas de l'*Ammophila sabulosa*, enroulée de la même façon, et de la même façon portant un oeuf collé sur son flanc au beau milieu du corps.

C'était une *Agrotis* sp. (*Noctuidae*), le „vert gris“ de Fabre. Impossible de l'identifier spécifiquement, tant les espèces d'*Agrotis* se ressemblent. Ce pourrait bien être une *c-nigrum* L., qu'une *signum* F. (ou même une *fimbria* L.?).

4. Traits distinctifs du comportement.

Bien que, dans son ensemble, le comportement de notre Psammophile ressemble beaucoup à celui de l'*Amm. sabulosa*, il s'en distingue pourtant par quelques traits que voici.

Le sable de forage est transporté à pied (et non au vol!) et laissé à une faible distance de ca 5 cm. du nid (au lieu de plusieurs décimètres!). Dans mon cas, il se trouvait jeté à deux endroits alternativement, l'un au S, l'autre à l'O du nid, en y faisant peu à peu deux accumulations, des dimensions fort inégales, l'une étant de beaucoup la plus forte (notamment, celle à l'O).

Ayant émergée du nid avec sa brassée de sable, la Psammophile tourne l'abdomen à l'orifice du nid, pour aller vers l'un de ces lieux de rejet. Ayant y mis la brassée, elle s'y retourne pour revenir à pied au nid. Tant à l'aller qu'au retour, elle regarde de côté et d'autre, en s'arrêtant de temps en temps.

L'heure étant fort avancée, la Psammophile travaillait de plus en plus lentement, avec des pauses de plus en plus longues. Enfin, elle prit le vol, sans avoir procédé à la fermeture de son nid (!).

Or, lors de quatre étés de travail assidu sur les *Ammophila sabulosa*, jamais je n'ai vu celle-ci laisser son nid ouvert, ni pour la nuit, ni dans la journée, à moins que celui-ci ne fût définitivement abandonné. C'est ce qui n'était pas le cas de notre Psammophile qui revint le matin suivant, de très bonne heure, pour y tasser son *Agrotis* qu'elle venait de capturer, et boucher dûment son terrier.

Ammophila sabulosa L.

(suite à la première série).

1. Oecologie des chasses.

„C'est le facteur oecologique — avions nous dit dans notre travail précédant (1931, pp. 201—202) — qui régit tout seul la poïkilagrie de l'Ammophile en déterminant les limites taxonomiques et phénologiques de ses proies, sur chaque terrain de nidification“. Nos recherches de l'été dernier viennent de le confirmer d'une façon des plus brillantes.

Sur des terrains côtoyant un bois de bouleaux nous voyons les Ammophiles porter presque exclusivement des chenilles par excellence betulicoles, telles que *Lophopteryx camelina*, *Odontosia carmelita*, *Polyploca flavicornis* etc., à Kazimierz-sur-Vistule tout aussi bien qu'à Piaski-Gardzienice. Sur des terrains longeant un bois de chênes, c'étaient surtout des chenilles quercicoles: *Diphthera alpium* (= *Moma orion*), *Ochrostigma velitaris*, *Ennomos quercinaria*, et autres.

Si nous disons: „surtout“ ou „presque exclusivement“, c'est qu'il n'est pas un terrain à Ammophiles qui aurait présenté un entourage végétal uniforme. Les Ammophiles ne nidifient, en effet, que dans des conditions quelque peu spéciales. Fort thermophiles, outre un soleil de pleine saison, elles demandent encore qu'une muraille d'arbres les protège du côté N-E contre les vents froids, et puis encore, que le terrain soit dégarni du côté Sud afin que rien n'aille intercepter les radiations. Le pied d'un versant boisé, comme c'était à Piaski-Gardzienice, voilà leur affaire. Faut de mieux, le talus d'un versant tout nu (cas de Garbaś, 1930). L'on serait plutôt étonné, si, dans ces conditions, les Ammophiles n'auraient pas capturé des chenilles broutant l'herbe et le feuillage des parties avoisinantes, celles des diverses *Mamestra*, notamment.

2. Supplément à la liste des proies.

Cymatophoridae :

- | | | | | |
|------|----------|----|--------------------|---------------------------------|
| gen. | I. spec. | 1. | <i>Cymatophora</i> | or F. |
| „ | II. | „ | 2. | <i>Polyploca flavicornis</i> L. |

Notodondidae :

- | | | | | |
|------|------------|----|------------------------------|-------------------------------------|
| gen. | III. spec. | 3. | <i>Ochrostigma velitaris</i> | Roth. |
| „ | IV. | „ | 4. | <i>Odontosia carmelita</i> Es p. |
| „ | V. | „ | 5. | cf. <i>Drymonia trimacula</i> Es p. |

Noctuidae :

- gen. VI. spec. 6. *Mamestra persicariae* L.
 " " " 7. " cf. *dentina* Esp.
 " " " 8. " cf. *tineta* Brahm.
 " VII. " 9. cf. *Mythimna imbecilla* F.

Geometridae :

- gen. VIII. spec. 10. *Ennomos quercinaria* Huf.
 " IX. " 11. *Boarmia consortaria* F.

3. Chenilles refusées.

Nous n'avons pas à antéciper ici les résultats d'une vaste étude sur le comportement de l'Ammophile que nous poursuivons méthodiquement depuis plusieurs années. Mais, ayant touché au problème du déterminisme oecologique des chenilles capturées, nous ne pouvons passer sous silence cet autre problème qui en constitue un complètement nécessaire et, à la fois, un contrepoids : c'est celui des chenilles refusées. Je veux dire, des espèces de chenilles, que les Ammophiles refusent invariablement, quand l'on essaye de les leur substituer à celles qu'elles allaient emmagasiner et que l'observateur leur venait de dérober, à l'instant même.

Voici l'énumération systématique des espèces jusque-là éprouvées.

De la famille des *Pieridae* :

Pieris brassicae L., *P. rapae* L.; *Colias edusa* F.

de la famille des *Nymphalidae* :

Araschnia levana L.; *Argynnis selene* Schiff.

de la famille des *Sphingidae* :

Deilephila euphorbiae L.; *Chaerocampa elpenor* L.;
Smerinthus ocellata L.

de la famille des *Cossidae* :

Cossus cossus L.

! de la famille des *Notodontidae* ! :

Phalera bucephala L.

!! de la famille des *Noctuidae* !! :

Acronieta aceris L.!!

Parmi ces chenilles, celles du *Pieris brassicae* constituaient notre matériel habituel, et furent objet d'innombrables essais de substitutions faits à de différents individus d'Ammophiles et dans des conditions des plus variées quant au terrain, aux proies dérobées etc. etc. Or, les chenilles du *Pieris brassicae* ne sont pas des étrangers absolument inconnus de nos

Ammophiles. Sur plusieurs de nos terrains d'études, elles passent journallement par dizaines sur les lieux-même de nidification de nos guêpes, tout un mois d'Août durant, à la recherche de l'endroit de leur chrysalidation. Eh bien, non! elles ne leur conviennent pas, quand même.

D'ailleurs, comme l'on voit sur la liste, ceci n'est pas une simple affaire de leur position systématique. Bien s'en faut. La *Phalera bucephala*, n'est elle pas bien une *Notodontide*? Et, ce qui est plus, l'*Acronicta aceris* n'est elle pas une *Acronicta*? Mais, ni la famille favorite, ni même le genre tant recherché, ne nous garantissent pas encore, qu'une certaine espèce qui en fait partie, ne soit radicalement et invariablement refusée.

Pour compléter le tableau, faisons remarquer que ces dernières espèces de chenilles vivaient, toutes les deux, sur les arbres exploités par notre chasseur, et notamment, l'une sur des *Betulae*, l'autre sur des peupliers de l'entourage.

Il est, toutefois, un fait capital à y relever. C'est que personne n'a jamais vu une Ammophile capturer une chenille de Rhopalocères.

LÉGENDE DES FIGURES DE LA TAB. VI.

Fig. 1. Profil d'un nid dioïque du *Lindeniis pygmaeus*. $\frac{1}{2}$.

Fig. 2. Un Chalcidien porteur d'oeuf du *Lind. pygmaeus*. Grossi. Croquis inachevé.

Fig. 3—5. Trois nids de *Cerceris rybyensis*: a et b — profils faisant un angle de 90° l'un avec l'autre; 4 c — plan d'un nid trioïque (loges numérotées); l'on y remarquera les deux loges anciennes (traits discontinus). $\frac{1}{2}$.

Fig. 6. Un nid de *Psamphila affinis* (un peu schématisé). $\frac{1}{2}$.

ZYGMUNT KOŹMIŃSKI

**BADANIA MORFOMETRYCZNE I EKOLOGICZNE
NAD OCZLIKAMI (CYCLOPIDAE) Z GRUPY
STRENUUS**

Treść

Wstęp

I. Część morfometryczna

1. Metoda
 2. Analiza morfometryczna
 3. Synteza morfometryczna
 4. Systematyka
- Tabela do oznaczania

II. Część ekologiczna

1. Uwagi ogólne
2. Dane ekologiczno-zoogeograficzne
3. O występowaniu w czasie

Wstęp.

Zwierzęta słodkowodne cieszą się naogół opinią form o dużej zmienności indywidualnej, ekologicznej i sezonowej. Istotnie cały szereg objawów, opisanych w pracach opartych na obfitych materiałach, na obserwacjach w naturze, a częściowo i na badaniach eksperymentalnych, świadczy o ogromnej plastyczności morfologicznej tych zwierząt, reagujących niezmiernie żywo na warunki środowiska, oraz o istnieniu licznych

ras o swoistej strukturze genotypowej. Dla przykładu jedynie przytoczę tu ogólnie znane wyniki badań Wolterecka i jego współpracowników nad wioślarkami oraz liczne prace nad rybami, z których zwłaszcza śledź był przedmiotem szczególnie wyteżonych studjów. Zmienność skorupiaków widłonogich (*Copepoda*) wydawała się od czasów Schmeila, który położył podwaliny pod znajomość systematyki tych form, podobnie wielka. I dziś jeszcze panuje dość powszechnie opinja, że *Copepoda* odznaczają się znaczną zmiennością „indywidualną” względnie „lokalną”¹⁾, jakkolwiek stosunki te są o wiele słabiej poznane, niż u pokrewnej grupy wioślarek. Badania ostatnich kilku lat nad grupą *Cyclopoida* wykazały jednak, że to, co uważano dotychczas za objawy zmienności indywidualnej czy lokalnej, jest w pewnej mierze zwykłym zróżnicowaniem systematycznym; to też rewizja systemu oczlików, przeprowadzona ostatnio przez Kiefera (1928, 1929), umożliwi dopiero teraz wniknięcie w istotę ich zmienności.

Badania nad zmiennością oczlików z grupy *strenuus* noszą nieco odmienny charakter, niż odpowiednie studja nad innymi zwierzętami wodnymi. Różnice te są uwarunkowane częściowo odmiennym charakterem materiału badanego, częściowo zaś innym postawieniem zagadnienia.— Studja nad zmiennością wioślarek posiadają szczególną wartość genetyczną, m. in. ze względu na łatwość ich hodowli w kulturach, płodność, a także z powodu występującej u tych skorupiaków partenogenezy; stąd rozkwit badań eksperymentalnych, mających szczególnie doniosłe znaczenie dla nauki o powstawaniu ras i wpływie warunków zewnętrznych na formowanie się genotypu (Woltereck 1921). Badania eksperymentalne nad oczlikami omawianej grupy są zaledwie rozpoczęte (np. Lowndes 1927 i in., Wierzbicka 1933); należy jednak stwierdzić, że *Copepoda* (podobnie jak i *Ostracoda*) przedstawiają poniekąd wyjątkowo dogodny materiał do badań nad zmiennością, gdyż posiadają one bardziej ograniczoną ilość wylinek i po osiągnięciu dojrzałości płciowej, o ile wiadomo, nie linieją już wcale (por. np. Klintz 1907). Odpada tu więc konieczność żmudnego i często

¹⁾ Co się tyczy zmienności sezonowej, to stosunkowo małą jej rolę u *Copepoda* wykazał już Hartmann (1917).

trudnego określania stadjum, pochłaniającego wiele energii przy badaniu wioślarek. Wszystkie dojrzałe płciowo oczliki należą do tego samego stadjum, są w zasadzie niezmiennie i, o ile należą do jednej płci, są wzajemnie ściśle porównywalne. Fakt ten stanowi ogromne udogodnienie w porównaniu zwłaszcza do zwierząt nie liniejących wcale: znane są powszechnie trudności ichtjologów, którym czynnik wieku ryby tak bardzo utrudnia pracę.

W przeciwieństwie do programu studjów szkoły Woltercka nad wioślarkami, w skład którego wchodzi t. zw. analiza postaci zwierzęcia w miarę jego wzrostu oraz eksperymentalne badania genetyczne, kierunek badań nad oczlikami grupy *strenuus* był przede wszystkim systematyczny i ekologiczny (de Lint 1922, Koźmiński 1927, Rzóśka 1930) oraz ściśle biometryczny (Philipschenko 1920—22, Dementiewa 1927). Praca niniejsza stanowi dalszy ciąg badań moich nad wspomnianą grupą oczlików i kierunek jej jest również głównie systematyczny. Nie ulega kwestji, że możliwie dokładne poznanie systematyki i ekologii tej grupy jest wstępnym warunkiem do przeprowadzenia szerzej zakrojonych badań eksperymentalnych, które będą nieodzownym uzupełnieniem studjów nad populacjami, występującymi w naturze i dadzą zapewne również w tej grupie skorupiaków wiele ciekawego materiału.

Zasadnicze cechy zmienności naszych oczlików zostały już opisane w mojej pracy poprzedniej (Koźmiński 1927) i potwierdzone następnie przez badania Rzóski (1930); wiemy już, że występuje tu dość powszechnie zjawisko transgresji, t. zn. że niemal wszystkie cechy ilościowe oczlików z grupy *strenuus*, traktowane każda oddzielnie, wykazują stopniowe przejścia między poszczególnymi formami wzgl. jednostkami systematycznymi. Te ostatnie są niemniej dobrze scharakteryzowane z zespołem swych cech, tembardziej, że różnice między populacjami każdej formy, pochodzącymi z różnych środowisk ekologicznych, z różnych pór roku, a nawet częściowo z odległych geograficznie terenów, są naogół bardzo małe, w porównaniu do różnic między samymi formami. Te trzy tezy, stanowiące główny rezultat moich badań dawniejszych (l. c.), różniące oczliki z grupy *strenuus* w sposób wybitny od wioślarek, będą przedmiotem dalszych rozważań w pracy niniejszej,

opartej na nowych obfitszych materiałach, opracowanych w sposób metodycznie ściślejszy. Ponadto zadaniem pracy niniejszej jest możliwie ścisła a zarazem dostępna dla każdego planktologa charakterystyka opracowanych ilościowo jednostek systematycznych, wchodzących w skład badanej grupy, oraz opis ich właściwości ekologicznych, głównie na podstawie paroletnich (1927—1931) badań przeprowadzonych na jeziorach Wigierskich.

Znaczenie tego rodzaju badań jest wielorakie; przede wszystkim chodzi tu o położenie kresu niezwykle chaosowi pojęć o systematyce tej grupy. Sądzę, że mogę tu pominąć historję badań nad naszymi oczlikami, którą uwzględniłem w pracach poprzednich (1927, 1932). Wystarczy wspomnieć, że skutkiem zamieszania w systematyce tej grupy rozporządzamy stosunkowo niewielką ilością pewnych danych o występowaniu poszczególnych jej gatunków gdyż ogromnie liczne dane o „*C. strenuus*” okazały się przeważnie bezwartościowe, o ile nie zostały zaopatrzone w dostatecznie dokładny opis lub rysunek. Przez uporządkowanie systematyki umożliwione zostaną badania ekologiczne, które zdają się rokować duże nadzieje, oraz studja nad rozmieszczeniem geograficznym, które—być może—zmieniają nieco panujący dotychczas pogląd o kosmopolityzmie „*C. strenuus*”. Badania ekologiczne będą miały bezpośrednie znaczenie dla limnologji ogólnej: wszak w planktonie wielu jezior oczliki z grupy *strenuus* grają nieraz dominującą rolę.—Wreszcie niemniej ważnym celem pracy niniejszej jest zebranie materiału, dotyczącego charakteru zmienności tych skorupiaków, związanych z tem problematów powstawania ras i gatunków w tej grupie, a także rzucenie pewnego światła na zagadnienie naturalnego odgraniczania jednostek systematycznych.

Materiał do pracy niniejszej został zebrany głównie na pojezierzu Suwalskiem (przeważnie na jeziorach Wigierskich). Ponadto uwzględniono tu materiał, na którym oparte były poprzednie moje prace (l. c.); materiał ten został częściowo na nowo opracowany na innych podstawach. Wreszcie miałem możność porównać swoje materiały z typami Lilljeborga, wypożyczonemi przez Instytut Zoologiczny uniwersytetu w Uppsali (Szwecja).

Praca niniejsza została wykonana na Stacji Hydrobiologicznej na Wigrach. Kierownikowi tej instytucji, p. doc. dr. A. Lityńskiemu, składam serdeczne podziękowanie za życzliwe poparcie i zainteresowanie, którem darzył moje wysiłki. Winien także jestem wdzięczność p. A. Wasylence, laborantowi St. H. n. W., za chętną i gorliwą pomoc w pracy na jeziorach, a także przy żmudnych i skomplikowanych obliczeniach matematycznych.—Pragnę tu wreszcie wyrazić podziękowanie p. prof. dr. S. Ekmanowi (Uppsala) za nadzwyczaj uprzejme wypożyczenie mi cennych typów Lilljeborga oraz za udzielone mi informacje o występowaniu *Cyclops kolensis* w Szwecji.

I. Część morfometryczna.

1. Metoda.

Ilościowe ujmowanie badań morfologicznych staje się dziś postulatem tak powszechnie uznawanym, że wydaje mi się rzeczą zbyteczną udowadniać jego zalety. W miarę pogłębiania i rozszerzania naszych wiadomości o jakiejś grupie zwierzęcej roślinie potrzeba posiadania możliwie obiektywnych danych, a z chwilą kiedy raz zacznie się operować cyframi, nawrót do dawnej, często ogólnikowej i niedość ścisłej metody opisowej staje się niemożliwy.—Systematyka skorupiaków oparta jest głównie na budowie ich szkieletów chitynowych, dających się z łatwością i dość dokładnie mierzyć, to też dane o wymiarach absolutnych i względnych tych zwierząt są zbierane już oddawna. W nowszych czasach rozpowszechnia się też coraz więcej statystyczne ujmowanie tych danych; wobec wielkich zalet tej metody, należy żywić nadzieję, że zostanie ona zastosowana również i do tych grup, które dotychczas były opracowywane ilościowo w sposób bardziej prymitywny.

Wyniki ilościowe pracy niniejszej ujęte są statystycznie. Obliczono następujące liczby, charakteryzujące badane szeregi zmienności: średnia arytmetyczna M , jej średni błąd m , średnie odchylenie σ , oraz wskaźnik zmienności v , (Johannsen 1926, Philiptschenko 1929). Przy obliczaniu σ zmiennych klasowych uwzględniano poprawkę Shepparda (Johannsen l. c. str.

75); wszystkie obliczenia sprawdzane były metodą Charliera (Johannsen l. c. str. 50), lub—w prostszych przypadkach—wykonywane dwukrotnie.

Niejednokrotnie już podnoszono w literaturze, jak trudno jest nieraz zdobyć dostateczną ilość materiału do badań statystycznych. Organizmy planktonowe, do których należą nasze oczliki, mają opinię form, występujących bardzo licznie; rzeczywiście wiele z nich można mieć w ilości praktycznie nieograniczonej, są jednak i takie, które w terenie i w okresie badanym są bardzo nieliczne. W pracy niniejszej okazało się niejednokrotnie konieczne obliczanie danych statystycznych dla szeregów zmienności, złożonych zaledwie z 10 zmiennych; liczbę tę przyjąłem za minimalną (por. Freidenfelt 1925, Arnoldi 1928). We wszystkich szeregach zmienności, zawierających mniej, niż 50 zmiennych, stosowałem dokładniejszy wzór na obliczanie średniego odchylenia (por. Johannsen l. c. str. 104, Philiptschenko l. c. str. 85).

Z nielicznymi wyjątkami wyrażam w pracy niniejszej cechy badanych oczlików w postaci stosunków wymiarów, czyli w postaci t. zw. indeksów¹⁾, prócz cech traktowanych ilościowo, uwzględniam kilka cech „jakościowych” (rozdz. 4). W przeciwieństwie do pierwszych, które mają przeważnie charakter linearny (względne długości lub szerokości różnych części ciała i ich przydatków) i dlatego najłatwiej dają się wyrazić przy pomocy liczb, cechy t. zw. jakościowe dotyczą głównie kształtu poszczególnych segmentów ciała i ilościowo dałyby się zapewne ująć przy pomocy metody „siatkowej” (Rastermethode), opracowanej przez Wolterecka (1924) i Ramnera (1927) i dającej dobre rezultaty w badaniach nad wioślarkami. W pracy niniejszej ujmowałem jednak zmienność kształtu segmentów ciała przy pomocy rysunków, a więc ściśle jakościowo.

Zmienność poszczególnych cech ilościowych u badanych oczlików posiada naogół, jak już wspomniano we wstępie, charakter transgresywny; zjawia się więc i tutaj stale napoty-

¹⁾ Dokładny opis sposobu dokonywania pomiarów i obserwacji wraz z odpowiednimi rysunkami schematycznymi ukaże się w niemieckiej wersji pracy niniejszej, która ukaże się niebawem w jednym z międzynarodowych czasopism hydrobiologicznych.

kane w badaniach nad jakąś niejednorodną grupą blisko spokrewnionych zwierząt, nieokreślonych genetycznie, pytanie, na podstawie jakich kryteriów należy podzielić posiadany materiał na naturalne, zwarte morfologicznie grupy? Różni autorowie w różny sposób rozwiązywali tę trudność, najczęściej jednak stosowane były kryteria ekologiczne (pochodzenie z jednego środowiska, np. z jednego zbiornika wodnego), lub geograficzne. W pracy poprzedniej (1927) udowodniłem, że stosowanie w naszej grupie oczlików kryterium ekologicznego jest niebezpieczne, gdyż występuje tu często zjawisko kohabitacji: to samo środowisko wodne jest w pewnych porach roku zamieszkiwane przez odrębne morfologicznie formy (por. rozdz. 2, część II). Również i stosowane przeze mnie dawniej (1927, str. 10) kryterium morfologiczne, mianowicie budowa segmentów ciała, jak się okazało, niezawsze może wystarczyć.

Wspomniałem już we wstępie, że dotychczasowe badania wskazują na fakt, iż badane przez nas jednostki systematyczne oczlików różnią się między sobą zespołem swych cech, traktowanym jako pewna całość¹⁾. Aby jednak móc wyrazić matematycznie różnice w zespołach cech poszczególnych form, musimy przedtem mieć te formy wyodrębnione! Mielibyśmy tu więc prawie metodyczny „circulus vitiosus”, gdyby nie szczególna zdolność człowieka subiektywnej oceny różnic w zespołach cech.— Jest rzeczą powszechnie wiadomą, że dobry znawca jakiejś grupy zwierząt odróżnia wśród nich na pierwszy rzut oka przedstawicieli różnych jednostek systematycznych nie na podstawie tej czy innej cechy, wymienionej lub niewymienionej w diagnozie, lecz na podstawie t. zw. pokroju zwierzęcia, czyli na podstawie zespołu cech. Gdyby go zapytano, na podstawie jakiej cechy określa on tak nieomylnie badane zwierzęta, nie umiałby niekiedy ściśle odpowiedzieć, lub wymienić by jakąś cechę, która przy bliższem zbadaniu mogłaby się oka-

1) T. zn. jeśli pewne cechy danego okazu oddalają się od przeciętnych wartości reprezentowanej przez niego jednostki systematycznej, zbliżając go do innej jednostki syst., to inne cechy tego okazu ujawniają odchylenie w kierunku przeciwnym, oddalając go od tej drugiej jedn. syst. tem bardziej, im bardziej pierwsze cechy go do niej zbliżały; wyrażony matematycznie zespół cech danego okazu waha się zaś dokoła pewnej wartości stałej, właściwej danej jednostce systematycznej (H e i n c k e 1898).

zać transgresywną, wykazywać stopniowe przejścia między porównywanymi jednostkami systematycznymi. Sądzę bowiem, że oczliki z grupy *strenuus* nie są jakąś wyjątkową grupą form specjalnie bliskich sobie: zjawisko odróżnialności pokrewnych gatunków jedynie na podstawie zespołu cech może być w przyrodzie częste i kto wie, czy nie dotyczy również wielu takich gatunków, które oddawna cieszą się opinią „dobrych”. Dzięki owej szczególnej zdolności człowieka ujmowania jednym rzutem oka zespołu cech, zdolności oceny pokroju zwierzęcia, gatunki takie bywają przy pewnej wprawie łatwo odróżniane i nikt nawet nie podejrzewa, że nie istnieją właściwie pojedyncze cechy, któreby znamionowały te gatunki w sposób niedwuznaczny.

Przy pomocy tej subiektywnej metody wyróżniłem w materiale moim następujące, częściowo opisane już dawno, częściowo nowe formy oczlików z grupy *strenuus*¹⁾:

- | | |
|---|--|
| 1) <i>C. scutifer</i> f. <i>scutifer</i> | 7) <i>C. bohater</i> |
| 2) <i>C. scutifer</i> f. <i>wigrensis</i> | 8) <i>C. strenuus</i> subsp. <i>strenuus</i> |
| 3) <i>C. vicinus</i> | 9) <i>C. strenuus</i> subsp. <i>vraanae</i> |
| 4) <i>C. vicinus</i> var. <i>brachysmerinthos</i> | 10) <i>C. strenuus</i> subsp. <i>landei</i> |
| 5) <i>C. abyssorum</i> | 11) <i>C. furcifer</i> |
| 6) <i>C. taticus</i> | 12) <i>C. kolensis</i> |

Taka subiektywna, jakościowa ocena zmienności badanego materiału musiała być sprawdzona przy pomocy ścisłej analizy ilościowej. Na podstawie badań statystycznych należało ocenić, czy taki podział materiału jest naturalny; czy szeregi zmienności w obrębie poszczególnych wydzielonych grup zachowują się zgodnie z prawem *Quetelet'a*; czy duża jest ich zmienność, czy występuje wybitniejsza zmienność sezonowa lub ekologiczna i jakich cech dotyczy? Wreszcie, które cechy posiadają w badanej grupie oczlików największą wartość diagnostyczną. — Zagadnienia te rozpatrzemy w rozdz. 2 niniejszej pracy, w rozdz. 3 zaś zastanowimy się nad pytaniem, jak wielkie są różnice między ujętymi matematycznie zespołami cech wymienionych form; czy są one większe, niż pomiędzy populacjami tych form, zamieszkującymi różne środowiska ekologiczne, lub

1) Wyjaśnienie, dlaczego jedno z tych form uważam za gatunki, inne za niższe jednostki systematyczne, znajduje się w rozdz. 3.

występującymi w różnych porach roku i jeżeli tak, to o ile? Jaką rolę odgrywa w badanej grupie zmienność indywidualna, czy możliwe jest zawsze ściśle sklasyfikowanie, zdefiniowanie systematyczne każdego pojedynczego okazu? Czy samce i samice zachowują się pod tym względem podobnie?—Czy zatem istnieją wogóle w tej grupie skorupiaków gatunki, na które — według jednej z nowszych definicji¹⁾—winien składać się kompleks indywiduów „jednakowych” morfologicznie, lub różnych tylko w zakresie zmienności indywidualnej, sezonowej albo ekologicznej (Rensch 1929),—czy też mamy tu raczej do czynienia z grupą form²⁾, których różnice są wielkościami tej samej kategorii, co różnice między ich odmianami indywidualnymi, ekologicznymi czy sezonowymi.

Celem przeprowadzenia badań we wskazanym kierunku należało zgromadzić możliwie obfity materiał, dotyczący każdej z wymienionych form, i to z możliwie różnych zbiorników wodnych i różnych pór roku. Materiał ten został podzielony przede wszystkim na wymienione wyżej formy, przy czem oczywiście samce i samice stanowiły oddzielne grupy; następnie w obrębie poszczególnych form wydzielono grupy osobników, pochodzące z różnych zbiorników wodnych i różnych pór roku. Dla każdej z tych grup oddzielnie obliczono wymienione na początku rozdziału liczby, charakteryzujące statystycznie szeregi zmienności wszystkich badanych cech. Dane dotyczące zmienności poszczególnych grup spisano na oddzielnych tablicach; zbadanie i po-

1) Z zacytowanej tu częściowo definicji gatunku Renscha wyłączyłem celowo postulatory, dotyczące nieograniczonej płodności wchodzących w skład gatunku osobników, których cechy charakterystyczne winny być ponadto dziedziczne; jakkolwiek na zagadnienia te może rzucić pewne światło badanie populacji naturalnych, niemniej rozstrzygającą odpowiedź mogą dać tylko badania eksperymentalne, wychodzące poza ramy zakresu pracy niniejszej. Będę miał jednak sposobność w rozdz. 3 powołać się na niektóre znane już w literaturze fakty z tego zakresu.

2) Oczywiście nie mogą to być rasy geograficzne w sensie Renscha (1929), gdyż—z wyjątkiem *C. strenuus vranae*, znanego dotychczas tylko z Włoch, i *C. tatricus*, gatunku zapewne wyłącznie górskiego—żyją one wszystkie na niżu polskim, nieraz w sąsiadujących lub tych samych zbiornikach wodnych. Niemniej dalsze badania mogą w przyszłości doprowadzić do wykrycia pewnej zmienności geograficznej i w tej grupie skorupiaków.

równanie wzajemne z jednej strony tablic, dotyczących poszczególnych form, z drugiej—ich populacyj lokalnych i sezonowych winno nam dać odpowiedź na postawione wyżej pytania.

Jak widzimy, zabieg ten jest w zasadzie zupełnie podobny do zastosowanego przeze mnie w pracy dawniejszej (K o Ź m i ń s k i 1927); różnica polega tylko na obfitszym obecnie materiale oraz na metodzie ilościowego ujęcia wyników. Mamy tu do czynienia nie tylko ze zmiennością indywidualną, której metodyka jest dobrze opracowana, lecz przede wszystkim z t. zw. grupową, będącą częściowo synonimem polimorfizmu systematycznego (por. P h i l i p t s c h e n k o 1929, str. 177); znalezienie możliwie prostej, a zarazem dostatecznie czulej i ścisłej metody ilościowej porównywania grup osobników było najważniejszym problemem metodycznym pracy niniejszej. Mimo że kwestja opracowania takiej metody ma najzupełniej fundamentalne znaczenie dla systematyki nowoczesnej, należy stwierdzić, że nie została ona dotychczas rozwiązana w sposób powszechnie przyjęty.

Najbardziej rozpowszechniona metoda dąży do wykrycia t. zw. realności różnicy pomiędzy wartościami przeciętnymi poszczególnych cech. Jeżeli różnica dwóch średnich arytmetycznych danej cechy u dwu porównywanych grup okazów jest conajmniej trzykrotnie większa od swego średniego błędu ($d = \frac{D}{m_0} > 3$), to według matematyków istnieje praktycznie dostateczna pewność, że różnica nie polega na przypadkowym doborze materiału ¹⁾ (J o h a n n s e n l. c., str. 104; P h i l i p t s c h e n k o l. c., str. 139; F r e i d e n f e l t 1925, str. 828). Oczywiście w miarę wzrostu d rośnie ta pewność: jeżeli $d=4$, to istnieje zaledwie 1 szansa na 27000, że różnica jest przypadkowa ²⁾ (F r e i d e n f e l t l. c.). Gdy cały szereg cech odznacza się istotnością różnicy, możemy twierdzić, że mamy przed sobą dwie odrębne morfologicznie grupy okazów.—Metoda ta, ma-

1) Pewną modyfikację tej metody, dostosowaną do b. małych ilości zmiennych, stanowi metoda „symetryczna” S z y m k i e w i c z a (1922).

2) Oczywiście mowa tu o przypadkach w sensie matematycznym; metoda ta, podobnie jak i inne metody statystyczne, nie jest powołana do biologicznej oceny krytycznej materiału.

jąca dobre uzasadnienie matematyczne, jest szeroko stosowana w różnych przypadkach, w systematyce zaś najczęściej korzystają z jej usług ichtjologowie, zwłaszcza rosyjscy. Posiada ona jednak pewne wady; wielkość d zależy w wysokim stopniu od ilości badanego materiału, pozatem zaś metoda ta nie mówi nam bezpośrednio nic o transgresji danej cechy u porównywanych grup osobników.

Tę ostatnią kwestję starają się oświetlić metody: asymetryczna (Kèler 1925) oraz opracowana przeze mnie (1927), a następnie stosowana także przez Ischreyta (1930) metoda cech antagonistycznych.—Metoda Kèlera, dążąca do wykrycia hiatus'u między porównywanymi formami, operuje modyfikacją wartości $M \pm 3\sigma$, jako skrajną możliwą zmienną danej cechy; w przypadkach, gdy transgresja jest regułą—jak w naszej grupie oczlików—metoda ta nie może być zastosowana.

Metoda cech antagonistycznych dąży do ujęcia stopnia transgresji porównywanych grup okazów, zakładając istnienie t. zw. normalnej dyspersji zmiennych w badanych szeregach. Jak wiadomo, w granicach od $M - \sigma$ do $M + \sigma$ winno się mieścić teoretycznie 68.30% osobników danej formy, w granicach zaś od $M - 2\sigma$ do $M + 2\sigma$ —95.50% tychże. W przypadku, gdy $M_1 + \sigma_1 < M_2 - \sigma_2$, gdy więc teoretycznie conajmniej 84.10% ($68.3 + \frac{1}{2}31.7$) osobników jednej formy jest różnych od 84.10% osobników drugiej, mówimy o antagonistycznym stosunku porównywanych grup osobników pod względem danej cechy¹⁾; w przypadku zaś, gdy $M_1 + 2\sigma_1 < M_2 - 2\sigma_2$, gdy więc teoretycznie conajmniej 97.70% ($95.5 + \frac{1}{2}4.5$) osobników jednej formy różni się pod względem danej cechy od 97.70% osobników drugiej formy, stosunek ten nazywamy hyperantagonistycznym. Gdy dwie grupy osobników wykazują kilka (conajmniej dwie) cech hyperantagonistycznych, a zatem najwyżej słabo transgredujących, możemy wnosić o ich daleko posuniętej odrębności. W związku z zastosowaniem tej metody podałem (K o Ź m i ń s k i 1927) definicję ilościową cechy przejściowej i wykazałem, że w badanej grupie oczlików istnieją wprawdzie osobniki o tej

1) Krüger (1924) w badaniach nad rodz. *Bombus* na nieco innej podstawie wyróżnia „disparate”, „tangierende”, „transgredierende” i „äquale Merkmale”.

lub owej cesze przejściowej, niema jednak takich, któreby za-
sługiwały na nazwę osobników przejściowych, t. j. takich indy-
widuów, któreby odznaczały się większą ilością cech przejścio-
wych i tworzyły w ten sposób naturalne ogniwo, łączące dwie
morfologicznie odrębne jednostki systematyczne. Na tym do-
wodzie oparte zostało twierdzenie o zgodnym z prawem Heine-
cke'go zachowaniu się oczlików z grupy *strenuus*.

Wspomnę tu jeszcze o zastosowanej ostatnio przez Schen-
kenbecka (1931) w badaniach nad rasami śledzi metodzie
obliczania t. zw. procentowej częstości poszczególnych cech
(„Variabilitätsmodus”); metodę tę wspomniany autor uważa za
bardziej celową, niż obliczanie danych statystycznych.

Wspomniane wyżej metody porównywania grup osobników
mają jedną wspólną kardynalną wadę: prowadzą do rozproszko-
wania materiału ilościowego, rozbijając zespół cech, będący
właściwym wyrazem morfologicznym zarówno osobnika, jak i ca-
łej grupy zwierzęcej, na jego części składowe, poszczególne ce-
chy. Wyrażenie współzależności pomiędzy możliwie wielką ilość-
cią cech danej grupy osobników w sposób matematyczny byłoby
zapewne najdoskonalszą metodą lapidarnej charakterystyki
morfologicznej tej grupy i jej stosunku do grup pokrewnych
(por. Smirnow 1924). Wiemy jednak, że obliczanie współ-
czynników korelacji więcej, niż dwóch cech jest czynnością
złożoną wymagającą zastosowania wyższej matematyki; przy
dzisiejszym stanie naszej wiedzy o formie zwierzęcej wydaje
mi się rzeczą przedwczesną i niecelową dążyć do takiego ujmowa-
nia omawianych zjawisk. Musimy zadowolić się metodą
mniej doskonałą, ale prostszą.

Dążenie do ilościowego ujmowania różnicy zespołów mniej
lub więcej licznych cech wyczuwać się daje niemal u wszystkich
autorów, prowadzących badania ilościowe. Prymitywnym wyra-
zem tego dążenia jest stosowanie metody indeksów: wszak każdy
indeks reprezentuje stosunek dwóch wymiarów absolutnych.—
W badaniach ilościowych nad wioślarkami stosowane są głównie
dwie metody graficzne, opracowane przez Woltereka (1921,
1924) i częściowo Rammnera (1926, 1927). T. zw. „Punkttafel-
methode” jest graficznym ujęciem indeksów i wystarczyć
może jedynie w przypadkach dość znacznej dyferencjacji po-
równywanych osobników; t. zw. „Rastermethode”, prowadząca

do tworzenia „obrazów idealnych” przy pomocy systemu spółrzędnych i wartości średnich, jest bardzo dobrem graficznym przedstawieniem zmienności zespołu kształtów. Przy analizie postaci w związku ze wzrostem wioślarek oddaje ona duże usługi, ponieważ jednak nie jest oparta na statystycznym ujęciu materiału, nie będziemy się nad nią zatrzymywali.

Daje się wogóle zauważyć w literaturze dążność do plastycznego ujmowania różnic w zespołach cech różnych jednostek systematycznych. Nawet odnośnie cech jakościowych znamy np. próbę ujęcia tych stosunków przy pomocy modelu plastycznego, na gatunkach chrząszczy z rodz. *Donacia* (I s c h r e y t 1923). Graficznie również usiłuje ująć R z ó s k a (1930) antagonistyczny stosunek, względnie stopień transgresji szeregu cech porównywanych form na jednym wykresie.

Jakkolwiek metody te mają pewne zalety optyczne, niemniej nie mogą one pretendować do ścisłego, a więc ilościowego ujęcia interesujących nas stosunków. Pod tym względem o wiele wyżej stoi metoda diagnozy różniczkowej C z e k a n o w s k i e g o (1913), dająca znakomite rezultaty w badaniach antropologicznych. Metoda ta służy do wydzielenia grup naturalnych w obrębie posiadanego materiału, t. zn. grup osobników najbardziej do siebie zbliżonych morfologicznie, i wyznacza stosunek poszczególnych osobników do tych grup. Polega ona na sumowaniu różnic poszczególnych cech każdej pary osobników posiadanego materiału i wydzieleniu tą drogą grup osobników najbardziej do siebie podobnych. Prosta ta metoda daje się zastosować również do porównywania populacji lub grup okazów i była w tym sensie wykorzystana — zdaje się niezależnie od C z e k a n o w s k i e g o — przez K r ü g e r a (1924, „Differenzsummenmethode”) jako „quantitative Wertung und Schätzung der morphologischen Distanz” gatunków rodz. *Bombus*. Metoda ta niezawsze jednak daje się zastosować w swej klasycznej formie; gdy mianowicie badane cechy są reprezentowane przez bardzo różne liczby (np. gdy jedna cecha waha się w granicach od 20 do 30, a druga — od 400 do 600) lub gdy odznaczają się bardzo różną zmiennością, wówczas jasną jest rzeczą, że równie wielkie różnice między temi cechami u porównywanych osobników nie są równoważnościowe. K u n t z e (1927), który w swych badaniach nad rasami geograficzne-

mi *Carabus arvensis* zetknął się z temi trudnościami, celem doprowadzenia niejako tych różnic do wspólnego mianownika, wyrażał je jako procenty średniej arytmetycznej danej cechy, obliczonej dla całego materiału¹⁾, lub jako stosunki tych różnic do średnich odchyień (σ) właściwych im grup okazów.

Ta ostatnia modyfikacja zbliża niezmiernie opisywaną metodę do znanej powszechnie, jakkolwiek niedość szeroko stosowanej, klasycznej metody cech kombinowanych Heincke'go (1893). Oparta na prawie najmniejszych kwadratów oraz na wzmiankowanym już wyżej prawie Heincke'go, głoszącem, że wszystkie cechy osobnika zachowują się podobnie, jak osobniki szeregu zmienności pod względem jednej cechy, metoda ta została opracowana w celu umożliwienia zaliczenia każdego osobnika do jednej z bliskich sobie i odznaczających się zmiennością transgresywną ras śledzia; pozatem metodę tę stosowano z powodzeniem w tym samym celu i do innych grup zwierzęcych (owady, ryby, ssaki). Nieznaczna jej modyfikacja pozwala porównywać ze sobą grupy osobników (por. np. Alpatow i Kozmina 1924).

Na wzmiankę zasługuje wreszcie opracowana przez Fortunatowa (1927) przy badaniu ras pstrągów jez. Sevan i stosowana potem przez Svetovidova (1931) metoda sumowania wskaźników realności (d) różnic między średnimi arytmetycznymi cech porównywanych form, względnie sumowania kwadratów tych wskaźników. Metoda ta odznacza się tą samą wadą, co i metoda wykrywania różnic realnych (p. wyżej str. 68): wyniki jej zależą w wysokim stopniu od ilości posiadanego materiału, który musi być równomiernie rozłożony na porównywane grupy.

Powyższy krótki przegląd metod stosowanych przy porównywaniu grup okazów nie wyczerpuje oczywiście całej literatury odnośnej, świadczy tylko o żywym i rosnącym zainteresowaniu temi sprawami.

Metoda zastosowana w pracy niniejszej nie różni się w zasadzie od metody cech kombinowanych Heincke'go i oparta jest na tych samych założeniach teoretycznych.—Mając dwie grupy okazów lub populacje, których cechy ilościowe opraco-

1) Zupełnie podobny zabieg stosował Smirnow (1924).

wane są statystycznie i których różnicę w zespołach ich cech chcemy poznać, obliczamy przedewszystkiem różnice (D) między średniami arytmetycznymi każdej cechy:

$$D = M_1 - M_2$$

przyczem D uzyskuje znak + lub —, zależnie od tego, czy $M_1 > M_2$, czy też $M_1 < M_2$.

Ponieważ, jak wyniknie z danych zawartych w rozdz. 2, zmienność poszczególnych cech jest u naszych oczlików bardzo różna, aby uczynić różnice (D) porównywalnymi, waloryzujemy je, dzieląc przez średnią arytmetyczną średnich odchyień danej cechy u obu porównywanych populacji; w ten sposób otrzymuje różnicę względną (δ) pod względem danej cechy¹⁾:

$$\delta = \frac{D}{\frac{1}{2}(\sigma_1 + \sigma_2)} = \frac{2D}{\sigma_1 + \sigma_2}$$

przyczem δ uzyskuje znak + lub —, zależnie od znaku D.

Różnica względna, δ , reprezentuje wartość diagnostyczną danej cechy dla porównywanych grup osobników. Aby poznać teraz różnicę w zespołach możliwie dużej ilości cech tych grup, możnaby poprostu obliczyć średnią arytmetyczną różnic względnych (δ) wszystkich zbadanych cech, nadając wszystkim δ znak +, jak to czynią Mollison (1911, cyt. według Smirnowa 1924) i Smirnow (l. c.). Z punktu widzenia matematycznego jest jednak poprawniej podnieść uprzednio wszystkie δ do kwadratu, przez co uzyskują one wartość dodatnią (Heincke 1898). To uzasadnione teoretycznie (prawo najmniejszych kwadratów i prawo Heincke'go) podniesienie δ do kwadratu ma także wybitną zaletę praktyczną, gdyż uprzywilejowuje w wysokim stopniu większe różnice względne w stosunku do małych.

Suma kwadratów różnic względnych ($\sum \delta^2$) ilustruje, jak mi się zdaje, doskonale różnicę w zespołach cech dwóch porównywanych populacji, czy jednostek systematycznych. Jej wartość zależy oczy-

1) Por. Mollison (1911). Autor ten, którego pracę znam niestety tylko z uwag zamieszczonych u Smirnowa (1924), podaje nieco inny wzór na tę samą wielkość, przyczem oblicza średnią różnicę względną szeregu cech, określając ją jako „typową różnicę“.

wiście od charakterystyczności składających się na nią cech i ich ilości: im więcej cech charakterystycznych uwzględnimy, tem wyraźniejsze rezultaty otrzymamy. W pracy niniejszej używam stale zespołu 18 cech ilościowych, co okazało się zupełnie wystarczające (por. rozdz. 3). — Zaznaczę jeszcze, że $\Sigma \delta^2$ ma wartość wyłącznie względną, porównawczą i składać się na nią muszą zawsze te same cechy. Wprawdzie niektórzy autorzy (np. Alpatow i Kozmina l. c.) operują nie $\Sigma \delta^2$, lecz średnią arytmetyczną wszystkich δ^2 , a więc „średnią kwadratów różnic względnych”; zabieg ten, jak mi się zdaje, nie nadaje jednak temu pojęciu wartości zupełnie bezwzględnej: przy innym zespole cech mogłaby owa „średnia” wypaść inaczej!).

W rozdz. 4 przedstawione będą na przykładach sposoby obliczania $\Sigma \delta^2$ i pewne uzupełnienia tej metody; przekonamy się, że przy konsekwentnem i krytycznem jej stosowaniu daje ona nadzwyczaj ciekawe rezultaty. —

2. Analiza morfometryczna.

Jak wspomniałem w rozdziale o metodzie (por. str. 66), cały materiał statystyczny został podzielony na 12 grup; w każdej z tych grup obliczono oddzielnie dla samic i dla samców liczby, charakteryzujące statystycznie zmienność poszczególnych cech²⁾. Analizę tak ujętego materiału statystycznego rozpocząłem od zbadania normalności dyspersji zmiennych w obrębie poszczególnych grup. Najpoprawniej byłoby obliczyć w tym celu współczynniki asymetrii i ekscesywności poszczególnych szeregów zmienności, zastosowałem jednak mniej pewną wprawdzie, ale znacznie prostszą metodę: sprawdziłem, czy empiryczny za-

1) Metoda ta domaga się właściwie uzupełnienia przez wyznaczenie średniego błędu obliczonej wielkości. Jak mi się zdaje (por. Johnsen l. c., str. 706), średni błąd δ należałoby obliczać według wzoru:

$$m_{\delta} = \frac{\sqrt{4 D^2 (m_{\sigma_1}^2 + m_{\sigma_2}^2) + 4 m_D^2 (\sigma_1 + \sigma_2)^2}}{(\sigma_1 + \sigma_2)^2}$$

2) Trudności wydawnicze uniemożliwiają opublikowanie w pracy niniejszej materiału statystycznego. Materiał ten zostanie jednak zapewne udostępniony w niemieckiem wydaniu tej pracy (p. str. 64).

kres wahań (minimalne i maksymalne obserwowane odchylenie od średniej) mieści się w granicach od $M - 3\sigma$ do $M + 3\sigma$ poszczególnych cech. Jak wiadomo, w granicach tych winno się mieścić przy normalnej dyspersji 99.7% osobników, co przy moich niezbyt obfitych materiałach winno przeważnie objąć całkowity empiryczny zakres wahań. Rzeczywiście, jak się okazało, w ogromnej większości przypadków zaobserwowany zakres zmienności mieści się najzupełniej w granicach teoretycznego; bardzo nieliczne wyjątki od tej reguły dotyczą stosunkowej długości antenn I pary i niektórych szczecin apikalnych. Ponieważ przekroczenia te są minimalne i zdarzają się zupełnie wyjątkowo, możemy—jak sądzę—uznać, że szeregi zmienności poszczególnych cech badanych oczlików wykazują naogół dyspersję normalną.

Zbadamy teraz z kolei zmienność poszczególnych cech u samic. Jak wynika z poniższego zestawienia średnich współczynników zmienności¹⁾ całego materiału, wahają się one w gra-

| | | | | | | | | | |
|---|----|----|---|----|----|----|---------|----|----|
| 2 | 4 | 6 | 8 | 10 | 12 | 14 | 16..... | 34 | 36 |
| 7 | 14 | 12 | 1 | — | 2 | 1 | | 1 | |

nicach bardzo dużych, znaczna ich większość jednak mieści się w granicach od 2 do 10 (ściślej: od 2.0 do 8.5), wynosząc średnio 5.4. Pozostałe cztery współczynniki dotyczą cech następujących: *Quant. ov.* (35.8), *long. sp. ped. V par.* in % *long. set. mai. ped. V par.* (13.8), *sp. interfurc.* in % *long. furc.* (14.2) oraz *long. set. ext. end. IV par.* in % *long. set. int. end. IV par.* (12.6). Są to częściowo cechy istotnie stosunkowo bardzo zmienne w naszej grupie oczlików (*Quant. ov.*, *Sp. interfurc.*), częściowo zaś zapewne stosunki oparte na niedość silnej korelacji. Bez względu na przyczynę, stosunkowa wartość systematyczna tych cech jest minimalna; rozporządzając wielu cechami znacznie stalszemi i tem samym cenniejszemi pod względem systematycznym możemy sobie pozwolić na całkowitą eliminację tych czterech cech z dalszych naszych rozważań.—Najniższą

1) Są to zatem średnie arytmetyczne współczynników zmienności (v), obliczonych dla każdej cechy u poszczególnych zbadanych pod tym względem form.

wartość wykazuje średni współczynnik zmienności indeksu *Sp. furc. II* in $\% \text{ long. furc.}$ (2.0); jak zobaczymy później, cecha ta i z innych względów będzie odznaczała się zupełnie szczególną wartością diagnostyczną. — Pozostałe cechy posiadają średnie współczynniki zmienności wahające się w granicach od 3.5 do 8.5, przyczem podkreślić należy, że są to wartości średnie; poszczególne wydzielone przez nas grupy wykazują zakres wahań współczynników zmienności pod względem poszczególnych cech jeszcze większy: 2.3—12.5.

Z danych powyższych wynika, że zmienność poszczególnych cech jest w badanej grupie oczlików bardzo różna i naogół dość duża, zwłaszcza jeśli zważyć, że są to przeważnie wymiary względne (indeksy). Średni współczynnik zmienności, obliczony przez Dementiewą (1927) dla 17 cech (absolutnych!) *C. strenuus strenuus*, wynosił 5.73, wykazywał więc wielkość zbliżoną do stwierdzonej przeze mnie dla całego materiału i wszystkich cech. — W tab. 1 zestawiam oddzielnie średnie współczynniki zmienności tych 18 cech, które — jak zobaczymy — będą stanowiły podstawę do dalszych rozważań porównawczych. Tabela ta znajdzie wówczas szczególnie doniosłe zastosowanie praktyczne.

TAB. 1.
Średnie współczynniki zmienności 18 cech u samic.

| Indices | M_V | Indices | M_V |
|---|-------|--|-------|
| Long. ant. I par. | 4.0 | Lat. IV s. cphth. in $\% \text{ lat. mx. cphth.}$ | 4.8 |
| Lat. mx. cphth. | 3.8 | Lat. V s. cphth. in $\% \text{ lat. IV s. cphth.}$ | 3.8 |
| Long. furc. | 4.9 | Lat. mx. I s. abd. in $\% \text{ long. I s. abd.}$ | 4.8 |
| Long. set. apic. int. | 6.6 | Sp. furc. II. | 2.0 |
| Long. set. apic. med. int. | 6.5 | Long tr. ult. ss. abd. | 5.7 |
| Long. set. apic. med. ext. | 6.0 | Lat. furc. | 6.8 |
| Long. set. apic. ext. | 7.4 | Long. set. apic. int. in $\% \text{ long. set. apic. ext.}$ | 5.8 |
| Long. set. dors. | 6.9 | Long. set. apic. med. ext. in $\% \text{ long. set. apic. med. int.}$ | 3.4 |
| Long. abd. in $\% \text{ long. cphth.}$ | 4.1 | Long. set. min. ped. V par. in $\% \text{ long. set. mai. ped. V par.}$ | 8.5 |

Zkolei rozpatrzmy, jak zachowują się wyróżnione jednostki systematyczne pod względem swej zmienności. Dane dotyczące tej kwestji zebrałem przez obliczenie średnich arytmetycznych współczynników zmienności (v) 18 cech u ♀♀ i 15 cech u ♂♂ poszczególnych form (wzięto pod uwagę te cechy, do których był materiał bez braków); ponieważ poszczególne cechy wykazują bardzo różną zmienność, aby otrzymać materiał porównywalny, musimy oprzeć się na identycznym składzie cech u poszczególnych form.—W tab. 2 zestawione są średnie współczynniki zmienności dla poszczególnych gatunków i odmian naszych oczlików, oddzielnie dla samic i samców¹⁾. Z ta-

TAB. 2.

Średnie współczynniki zmienności poszczególnych gatunków i form.

| | ♀♀ | ♂♂ | | ♀♀ | ♂♂ |
|--|-----|-----|------------------------------------|-----|-----|
| <i>C. scutifer</i> f. <i>scutifer</i> | 5.3 | 5.2 | <i>C. strenuus</i> <i>strenuus</i> | 7.5 | — |
| <i>C. scutifer</i> f. <i>wigrensis</i> | 5.4 | 5.6 | <i>C. strenuus</i> <i>vraanae</i> | 4.6 | — |
| <i>C. vicinus</i> | 6.3 | — | <i>C. strenuus</i> <i>landei</i> | 4.9 | 5.3 |
| <i>C. abyssorum</i> | 4.6 | 4.6 | <i>C. furcifer</i> | 6.1 | — |
| <i>C. taticus</i> | 5.8 | — | <i>C. kolensis</i> | 5.6 | 4.8 |
| <i>C. bohater</i> | 4.5 | 4.3 | | | |

beli tej wynika, że współczynniki te wahają się u ♀♀ od 4.5 do 7.5, wynosząc średnio 5.5, u ♂♂ zaś—od 4.3 do 5.6, średnio 5.0. Jeśli jednak wziąć pod uwagę tych sześć form samic, do których mamy odnośny materiał samców, to średnia arytmetyczna średnich współczynników zmienności wyniesie i u samic 5.0. Wysnuwamy z tego bardzo ważny wniosek, że zmienność samic i samców jest równie wielka. Wniosek ten jest całkowicie zgodny z wynikami badań Philiptschenki (1921) oraz Dementiewy (1927); badania tej ostatniej autorki nad populacją *Cycl. albidus* z jez. Swiatoje wykazały, że zmienność samic tak się ma do zmienności samców, jak:

$$4.55 \pm 0.45 : 4.98 \pm 0.22$$

Materiały nasze rzucają pewne światło na bardzo ciekawą

1) Co do samców, to obliczyłem tylko średnie współczynniki zmienności form, występujących liczniej w jeziorach Wigierskich.

kwestję zmienności form, zamieszkujących drobne zbiorniki i wielkie jeziora. W pracy poprzedniej (Koźmiński 1927, str. 86) wyraziłem przypuszczenie, że formy drobnozbiornikowe są bardziej zmienne, niż formy jeziorne, widząc przyczynę tego zjawiska w większej zmienności warunków życia w drobnych zbiornikach, w ich astatyzmie (Gajl 1924). Zupełnie podobnie interpretowała swe spostrzeżenia Dementiewa (1927), która stwierdziła znacznie większą zmienność u *C. strenuus strenuus*, niż u jeziornego *C. oithonoides*. — Jak zobaczymy w części II pracy niniejszej dwie z naszych form są wybitnie drobnozbiornikowe: *C. strenuus strenuus* i *C. furcifer*; ich średnie współczynniki zmienności (7.5 i 6.1) wynoszą przeciętnie 6.8. *C. vicinus* jest formą zamieszkującą w naszym kraju głównie stawy, sadzawki parkowe i t. p.; jego średni współczynnik zmienności wynosi 6.3. Pozostałych osiem form są to gatunki wzgl. odmiany, występujące tylko w jeziorach; ich średnie współczynniki zmienności wahają się w granicach od 4.5 do 5.8, wynosząc przeciętnie 5.1. — Jak wynika z powyższego zestawienia, w materiale naszym daje się zauważyć zupełnie wyraźny spadek zmienności w miarę, jak przechodzimy od form, zamieszkujących drobne, częściowo wysychające zbiorniki, poprzez gatunek właściwy stawom, aż do form jeziornych. Czy zjawisko to warunkowane jest według dotychczasowych przypuszczeń stopniem zmienności warunków środowiska, czy też raczej stopniem niejednorodności genetycznej badanych populacji, mogłyby rozstrzygnąć jedynie studia eksperymentalne. Wydaje mi się prawdopodobne, że oba te czynniki grają tu pewną rolę.

Jak wspominałem już parokrotnie, poszczególne cechy w badanej grupie oczlików wykazują wyraźną transgresję. Stosunki te ilustruje tab. 3, w której zamieszczone są teoretyczne zakresy wahań ważniejszych cech u samic zbadanych ilościowo 11 form. Liczby wyszczególnione w tej tabeli określają $M - 3\sigma$ i $M + 3\sigma$ każdej cechy; w granicach tych winno się mieścić 99.7% wszelkich możliwych zmiennych, oczywiście pod warunkiem normalnej ich dyspersji. — Z tabeli tej widzimy, że jedyną cechą, nie wykazującą transgresji całkowitej jest *sp. furc. II in % long. furc.*: najwyższa wartość, którą może ona osiągać teoretycznie u *C. scutifer* wynosi 66.7, podczas gdy najniższa

T R B. 3.
Zakres zmienności ($M-3\sigma$ i $M+3\sigma$) najważniejszych cech.

| ♀ ♀ | Long. tot. μ | Long. abd. in % long. cphth. | Long. ant. I par. | Long. furc. | Long. set. apic. int. | Long. set. apic. med. int. | Long. set. apic. med. ext. | Long. set. apic. ext. | Long. set. dors. | Lat. mx. cphth. | Lat. IV s. cphth. | Lat. V s. cphth. | Lat. IV s. cphth. in % lat. mx. cphth. | Lat. V s. cphth. in % lat. IV s. cphth. | Lat. mx. I s. abd. in % long. I s. abd. | Long. tr. ult. ss. abd. | Sp. furc. II | Lat. furc. | Long. set. apic. int. in % long. set. apic. ext. | Long. set. apic. med. ext. in % long. set. apic. med. int. | Long. set. min. ped. V par. in % long. set. mai. ped. V par. |
|-------------------------------|-----------------|------------------------------------|----------------------|-------------|--------------------------|----------------------------------|----------------------------------|--------------------------|---------------------|--------------------|----------------------|---------------------|---|--|--|----------------------------|--------------|------------|--|---|---|
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Cyclops scutifer f. scutifer | 1076—1432 | 40.4—50.6 | 515—597 | 106—134 | 123—188 | 289—385 | 190—264 | 54— 87 | 70—115 | 263—350 | 197—303 | 197—267 | 66—97 | 84—102 | 93—124 | 110—153 | 57.2—66.4 | 15.5—23.7 | 177—265 | 60—75 | 36—56 |
| Cyclops scutifer f. wigrensis | 1234—1991 | 40.1—51.7 | 474—592 | 110—134 | 123—181 | 251—358 | 186—246 | 57— 84 | 60— 95 | 286—361 | 224—302 | 212—261 | 68—94 | 82— 98 | 99—120 | 114—146 | 57.9—66.7 | 16.1—22.7 | 177—254 | 63—79 | 30—64 |
| Cyclops vicinus vicinus | 1255—2178 | 36.8—48.8 | 443—580 | 132—188 | 150—230 | 250—375 | 206—324 | 60—104 | 66—112 | 285—352 | 237—311 | 182—259 | 77—95 | 71— 91 | 90—124 | 82—118 | 71.9—80.1 | 10.7—16.7 | 181—273 | 72—97 | 41—70 |
| Cyclops abyssorum | 1646—2362 | 33.2—39.8 | 536—635 | 151—197 | 167—224 | 309—424 | 267—344 | 72—109 | 79—108 | 319—388 | 195—259 | 180—212 | 54—74 | 78— 95 | 95—126 | 66— 92 | 74.0—80.0 | 9.7—14.9 | 183—251 | 76—92 | 35—55 |
| Cyclops tatricus | 1178—2226 | 30.5—39.1 | 466—648 | 126—175 | 130—199 | 314—487 | 272—389 | 71—110 | 64— 93 | 324—422 | 203—273 | 176—221 | 56—71 | 76— 92 | 98—136 | 72—103 | 73.4—80.4 | 13.0—17.6 | 146—218 | 75—90 | 41—67 |
| Cyclops bohater | 2214—2656 | 35.3—46.7 | 494—572 | 125—163 | 137—187 | 278—367 | 232—321 | 64— 92 | 72— 98 | 331—399 | 210—263 | 180—212 | 57—73 | 70— 96 | 81—116 | 94—124 | 75.8—83.2 | 12.7—18.3 | 183—234 | 75—96 | 68—94 |
| Cyclops strenuus strenuus | 1241—2539 | 36.1—47.1 | 400—576 | 109—169 | 73—158 | 216—394 | 181—325 | 60—103 | 46— 80 | 314—409 | 200—277 | 144—230 | 58—73 | 67— 89 | 86—114 | 83—131 | 69.8—85.6 | 10.9—21.1 | 113—166 | 76—91 | 37—77 |
| Cyclops strenuus vranae | 1548—2241 | 37.6—48.4 | 428—558 | 129—168 | 114—152 | 274—383 | 232—306 | 60— 89 | 63— 89 | 314—366 | 214—278 | 175—219 | 64—81 | 72— 88 | 87—106 | 83—118 | 75.0—83.4 | 13.8—19.2 | 153—205 | 77—88 | 53—82 |
| Cyclops strenuus landei | 1263—1765 | 37.3—46.3 | 494—593 | 115—151 | 111—160 | 312—387 | 244—312 | 69—111 | 61— 87 | 322—390 | 166—232 | 145—188 | 46—66 | 72— 96 | 87—112 | 96—133 | 71.0—78.4 | 14.5—21.3 | 126—176 | 72—87 | 35—63 |
| Cyclops furcifer | 1747—2239 | 39.0—46.8 | 379—520 | 140—199 | 88—123 | 224—491 | 196—358 | 64—106 | 43— 71 | 308—416 | 198—280 | 167—224 | 57—79 | 72— 92 | 77—112 | 71—109 | 71.8—86.0 | 8.5—13.3 | 101—142 | 72—85 | 48—73 |
| Cyclops kolensis | 1030—1771 | 37.1—51.1 | 474—591 | 101—134 | 110—166 | 266—383 | 219—304 | 66—104 | 67—103 | 289—361 | 185—248 | 154—192 | 56—77 | 72— 88 | 76—101 | 107—147 | 68.3—75.7 | 16.5—24.3 | 133—193 | 73—89 | 36—63 |

Z danych liczbowych, zawartych w niniejszej tabeli, można łatwo obliczyć wartości średnie (M) i średnie odchylenia (σ) każdej cechy u poszczególnych form.

teoretycznie możliwa wartość tej cechy u wszystkich pozostałych gatunków nie spada według dotychczasowych danych poniżej 68.3 (*C. kolensis*); dość wyraźny, jakkolwiek niewielki, *hiatus* ten może oczywiście łatwo zniknąć, gdy poznamy jakąś nową formę, zajmującą pod względem tej cechy stanowisko pośrednie między *C. scutifer* i *C. kolensis*. W każdym razie cecha ta nie zmienia ogólnego obrazu tabeli: transgresja poszczególnych cech w materiale traktowanym jako całość jest zjawiskiem panującym. Oczywiście inaczej przedstawiałyby się stosunki, gdybyśmy materiał ten rozbili na grupy gatunków: każda niemal para spośród wyróżnionych przez mnie form wykazuje brak transgresji lub bardzo słabą transgresję pod względem tej czy innej cechy. Umożliwi to nam zastosowanie w tabelce do oznaczania poszczególnych form (p. niżej) niektórych danych ilościowych.

Zastanowimy się teraz nad kwestją wartości diagnostycznej najważniejszych 21 cech ilościowych w badanej grupie oczlików. Mierzyć ją będziemy—w sposób przybliżony¹⁾—stopniem transgresji, jaki cecha dana tworzy między każdą parą spośród 11 wyróżnionych form; par takich mamy 55 (kombinacja z 11 elementów po 2). Odróżnimy trzy stopnie transgresji: stosunek antagonistyczny ($M_1 + \sigma_1 < M_2 - \sigma_2$), hyperantagonistyczny ($M_1 + 2\sigma_1 < M_2 - 2\sigma_2$) i stopień trzeci, gdy praktycznie rzecz ujmując, transgresji brak ($M_1 + 3\sigma_1 < M_2 - 3\sigma_2$); grupę pierwszą oznaczymy mnożnikiem 1, drugą—2, trzecią—3. Ilość przypadków każdej grupy mnożona przez właściwy tej grupie mnożnik i obliczona dla każdej cechy oddzielnie da nam konwencjonalny, ale wierny i przejrzysty obraz porównawczy wartości diagnostycznej poszczególnych cech. Zestawienie tych danych podaję w tab. 4; widzimy z niej przede wszystkim, że wartość diagnostyczna uwzględnionych cech jest dość znaczna: każda cecha tworzy przeciętnie 16.4 stosunków antagonistycznych, co na 55 możliwych przypadków daje 29.8%, 7.8 stosunków hyperantagonistycznych (14.2%), wreszcie przeciętnie 5.2 (9.5%) przypadków, gdy możemy mówić o braku transgresji

1) Ściślej możnaby ją może zmierzyć przez obliczenie średnich arytmetycznych różnic względnych, \bar{z} , poszczególnych cech u wszystkich form danej grupy systematycznej.

TAB. 4.
Wskaźniki wartości diagnostycznej indeksów.

| | 1 × | 2 × | 3 × | Σ |
|--|-----|-----|-----|----|
| Long. set. apic. int. in $\frac{0}{0}$ long. set. apic. ext. | 15 | 8 | 17 | 82 |
| Sp. furc. II in $\frac{0}{0}$ long. furc. | 12 | 3 | 20 | 78 |
| Long. tr. ult. ss. abd. in $\frac{0}{0}$ long. furc. | 15 | 13 | 9 | 68 |
| Long. furc. in $\frac{0}{00}$ long. corp. | 16 | 15 | 7 | 67 |
| Lat. furc. in $\frac{0}{0}$ long. furc. | 18 | 12 | 8 | 66 |
| Long. set. apic. int. in $\frac{0}{00}$ long. corp. | 19 | 11 | 8 | 65 |
| Long. tot. | 15 | 12 | 8 | 63 |
| Lat. IV s. cphth. in $\frac{0}{0}$ lat. mx. cphth. | 16 | 11 | 7 | 59 |
| Lat. V s. cphth. in $\frac{0}{00}$ long. corp. | 16 | 13 | 5 | 57 |
| Long. set. min. ped. V par. in $\frac{0}{0}$ long. set. mai. ped. V par. | 15 | 7 | 6 | 47 |
| Long. set. dors. in $\frac{0}{00}$ long. corp. | 20 | 9 | 2 | 44 |
| Long. abd. in $\frac{0}{0}$ long. cphth. | 9 | 11 | 4 | 43 |
| Long. set. apic. med. ext. in $\frac{0}{00}$ long. corp. | 21 | 5 | 4 | 43 |
| Long. set. apic. med. ext. in $\frac{0}{0}$ long. set. apic. med. int. | 8 | 11 | 3 | 39 |
| Lat. mx. I s. abd. in $\frac{0}{0}$ long. I s. abd. | 23 | 5 | — | 33 |
| Long. ant. I par. in $\frac{0}{00}$ long. corp. | 17 | 6 | 1 | 32 |
| Lat. mx. cphth. in $\frac{0}{00}$ long. corp. | 25 | 3 | — | 31 |
| Lat. IV s. cphth. in $\frac{0}{00}$ long. corp. | 18 | 4 | 1 | 29 |
| Lat. V s. cphth. in $\frac{0}{0}$ lat. IV s. cphth. | 15 | 3 | — | 21 |
| Long. set. apic. med. int. in $\frac{0}{00}$ long. corp. | 16 | 1 | — | 18 |
| Long. set. apic. ext. in $\frac{0}{00}$ long. corp. | 16 | — | — | 16 |

między dwiema porównywanymi formami. Świadczy to o znacznej dyferencjacji morfologicznej badanych form i pośrednio stwierdza trafność podziału całego materiału na naturalne jednolite grupy. — Zpóśród wymienionych w tabeli cech stosunkowo największą wartość diagnostyczną ma *long. set. apic. int. in $\frac{0}{0}$ long. set. apic. ext.* oraz *sp. furc. II in $\frac{0}{0}$ long. furc.* (ta ostatnia cecha już po raz trzeci zostaje wyróżniona); naj-

mniej warte są z tego punktu widzenia: *long. set. apic. ext. in* ‰ *long. corp., long. set. apic. med. int. in* ‰ *long. corp.* oraz *lat. V s. cphth. in* ‰ *lat. IV s. cphth.*

Omówimy teraz pokrótce objawy zmienności lokalnej i sezonowej poszczególnych cech. W obrębie wyróżnionych 11 form obliczono dla populacji, pochodzących z różnych zbiorników wodnych, lub z tego samego zbiornika a z różnych pór roku, średnie arytmetyczne, M , ich średnie błędy, m , oraz średnie odchylenia, σ , poszczególnych cech i zestawiono w oddzielnych tabelach, t. zw. tabelach lokalnych i temporalnych, podobnie jak dla jednostek systematycznych, traktowanych globalnie. Pragnąc teraz wyróżnić cechy, odznaczające się istotną zmiennością lokalną lub sezonową, porównywano między sobą populacje zaliczone do tej samej jednostki systematycznej, a różniące się tylko miejscem lub datą złowienia, t. j. notowano przypadki, gdy różnica średnich, D , poszczególnych cech przewyższała swój średni błąd conajmniej trzykrotnie. Materiał do badań w tym kierunku nie był wprawdzie zbyt obfity i dość nierównomierny, gdyż niewszystkie badane formy dały się zebrać w dostatecznej ilości z różnych zbiorników wodnych względnie z różnych pór roku. Niemniej porównano ze sobą w sposób powyższy 20 par populacji i otrzymano wyniki następujące (tab. 5).

Największą zmienność lokalną wzgl. sezonową ujawnia, jak to było do przewidzenia, cecha absolutna, a mianowicie długość całkowita (*long. tot.*): na 20 zbadanych przypadków w 11 okazała się różnica istotna, co stanowi 55‰.—Na znaczną zmienność sezonową tej cechy u oczlików z grupy *strenuus* zwrócono już dawno uwagę (por. przedewszystkiem Hartmann 1917, Rzóska 1927, Koźmiński 1927, Dementiewa 1927 i Rzóska 1930), mój materiał wskazuje jednak raczej na zmienność lokalną tej cechy. Jedynie *C. scutifer f. wigrensis* ujawnia pod tym względem istotną różnicę sezonową ($D = 91.1$, $m_D = 28.3$, $d = 3.2$; populacje z zat. Uklejowej Wigier, 31.I.1929 : 9.VII.1927), przyczem okazy większe występują—podobnie jak u *C. vicinus* i *C. strenuus strenuus*—w zimie, co jest dość dziwne (por. zmienność sezonową *C. tatricus*, Rzóska 1927), jeśli zważyć, że gatunek ten maximum swego rozwoju osiąga w miesiącach letnich. Zpo-

śród innych badanych form *C. bohater* i *C. kolensis* osiągają również w zimie średnie wymiary większe, niż w lecie, *C. abyssorum* zaś odwrotnie, w lecie jest przeciętnie nieco większy: różnice te są jednak niewielkie i muszą być w świetle badań statystycznych uznane za nieistotne ($d < 3$).

TAB. 5.

Przypadki istotnej ($d > 3$) zmienności lokalnej i sezonowej poszczególnych cech w 20 parach populacji.

| | | | |
|---|--------------------------------|---|--------------------------------|
| Long. tot. | 55 ⁰ / ₀ | Lat. IV s. cphth. in ⁰ / ₀ lat. mx. cphth. | 20 ⁰ / ₀ |
| Long. ant. I par. | 30 ⁰ / ₀ | Lat. V s. cphth. in ⁰ / ₀ lat. IV s. cphth. | 10 ⁰ / ₀ |
| Lat. mx. cphth. | 30 ⁰ / ₀ | Lat. mx. I s. abd. in ⁰ / ₀ long. I s. abd. | 20 ⁰ / ₀ |
| Lat. IV s. cphth. | 5 ⁰ / ₀ | Sp. furc. II in ⁰ / ₀ long. furc. | — |
| Lat. V s. cphth. | 15 ⁰ / ₀ | Sp. interfurc. in ⁰ / ₀ long. furc. | 15 ⁰ / ₀ |
| Long. set. mai. ped. V par. | 35 ⁰ / ₀ | Long. tr. ult. ss. abd. in ⁰ / ₀ long. furc. | 5 ⁰ / ₀ |
| Long. furc. | — | Lat. furc. in ⁰ / ₀ long. furc. | 5 ⁰ / ₀ |
| Long. set. apic. int. | — | Long. set. min. ped. V par. in ⁰ / ₀ long. set. mai. p. V p. | 5 ⁰ / ₀ |
| Long. set. apic. med. int. | 35 ⁰ / ₀ | Long. sp. ped. V par. in ⁰ / ₀ long. set. mai. p. V p. | 15 ⁰ / ₀ |
| Long. set. apic. med. ext. | 15 ⁰ / ₀ | Long. set. apic. int. in ⁰ / ₀ long. set. ap. ext. | 5 ⁰ / ₀ |
| Long. set. apic. ext. | 10 ⁰ / ₀ | Long. set. apic. med. ext. in ⁰ / ₀ long. set. apic. med. int. | 5 ⁰ / ₀ |
| Long. set. dors. | 15 ⁰ / ₀ | Long. sp. ext. end. IV p. in ⁰ / ₀ long. sp. int. end. IV p. | 15 ⁰ / ₀ |
| Long. abd. in ⁰ / ₀ long. cphth. | 25 ⁰ / ₀ | Quant. ov. | 20 ⁰ / ₀ |

Pozostałe cechy wykazują naogół dość słabą zmienność lokalną wzgl. sezonową, w każdym razie zbyt słabą na to, by można było uchwycić jakieś prawidłowości. W tab. 5 zestawione są procentowo przypadki występowania istotnych różnic lokalnych lub sezonowych ($d > 3$) u poszczególnych cech. Na uwagę zasługuje zupełny brak objawów zmienności tego rodzaju w indeksach *long. furc.*, *long. set. apic. int.* oraz tylokrotnie już wspomnianego *sp. furc. II*, zwłaszcza że wszystkie te trzy cechy wykazują poza to wybitną dyferencjację systematyczną. Podnosi to oczywiście tem bardziej ich wartość diagnostyczną.

Nieznaczne rozmiary zmienności lokalnej i sezonowej, które z innego punktu widzenia będą także omówione w rozdziale następnym, stanowią jeszcze jeden dowód pośredni trafnego podziału materiału na zwarte morfologicznie grupy.

3. Synteza morfometryczna.

Przystąpię teraz do omówienia zjawisk, mających szczególnie doniosłe znaczenie w badaniach nad zmiennością oczlików z grupy *strenuus*. Zadaniem rozdziału niniejszego jest przedstawienie wyników porównania grup osobników, których różnice w zespołach ich cech ilościowych zostały ujęte matematycznie. Metoda zastosowana w tym celu została opisana w rozdz. 1 (p. wyżej str. 72).

Przy zastosowaniu tej metody należało przede wszystkim zastanowić się nad kwestją doboru odpowiednich cech, w rozdziale poprzednim udowodniłem bowiem, że uwzględnione cechy ilościowe, posiadają dość różną wartość diagnostyczną; dążyłem do znalezienia pewnego niezbędnego minimum cech najbardziej charakterystycznych, gdyż zastosowanie tej metody jest dość uciążliwe, a w miarę jak rośnie ilość cech uwzględnianych—trud ten wzrasta niepomierne. W rezultacie głębszego zastanowienia zdecydowałem się na wybór 18 cech (p. tab. 6), reprezentujących główne proporcje ciała oraz stosunkowe długości najważniejszych jego przydatków. Są to wszystkie cechy względne, indeksy; cechy absolutne zostały wyeliminowane gwoili utrzymania jednorodności materiału; wyeliminowano także te cechy, które wykazały bardzo duży współczynnik

zmienności (str. 75) i tem samem zdyskwalifikowały się pod względem systematycznym.—Wybór tych 18 najbardziej charakterystycznych cech ilościowych winien według mego przekonania stanowić minimum tego, co należałoby uwzględnić przy ewent. przyszłych badaniach ilościowych nad oczlikami grupy *strenuus*.

W tab. 6 przedstawiłem dla przykładu sposób obliczania $\Sigma\delta^2$ przy porównaniu dwóch opracowanych statystycznie grup osobników. W pierwszej i drugiej kolumnie spisane są średnie arytmetyczne, M , poszczególnych cech obu porównywanych gatunków. Kolumna trzecia zawiera różnice, D , między temi średniami; następne kolumny przedstawiają średnie odchylenia, σ , porównywanych form oraz ich sumę. Przedostatnia kolumna zawiera różnice względne, δ , ostatnia zaś δ^2 . Przez zsumowanie liczb ostatniej kolumny otrzymujemy szukaną wielkość $\Sigma\delta^2$, która reprezentuje różnicę w zespołach cech ilościowych porównywanych form i jest porównywalna z innymi $\Sigma\delta^2$, obliczonymi w ten sam sposób i na podstawie zespołu tych samych cech dla każdej innej pary grup osobników.—Jak widzimy, obliczenie $\Sigma\delta^2$ jest rzeczą zupełnie łatwą, jakkolwiek dość uciążliwą. Obliczenia te skomplikują się nieco, gdy zechcemy porównać ze sobą dwie grupy osobników, z których tylko jedna jest opracowana statystycznie, druga zaś zawiera jedynie średnie arytmetyczne, M , poszczególnych cech, brak natomiast danych o średnim odchyleniu, σ ; podobnie przedstawia się sytuacja, gdy porównujemy z opracowaną statystycznie grupą osobników jakiś jeden okaz. H e i n c k e (l. c.), którego metoda w klasycznym swem ujęciu służyła właśnie do ścisłego zdeterminowania każdego pojedynczego okazu, zaleca w takim przypadku dzielenie różnicy, D , przez średnie odchylenie, σ , tej grupy osobników, z którą dany okaz porównujemy. Być może wśród śledzi, gdzie niema wielkich różnic w zmienności cech u różnych ras, metoda ta wystarcza, w naszej grupie oczlików jednak, gdzie—jak wiemy z poprzedniego rozdziału—współczynniki zmienności są dość zmienne, wydaje mi się poprawniej obliczyć dla takiej nieopracowanej statystycznie grupy osobników lub dla pojedynczego osobnika teoretyczne średnie odchylenie. Obliczenie to jest bardzo łatwe; w tab. 1 (p. wyżej str. 76) zestawilem średnie współczynniki zmienności badanych 18 cech

TAB. 6.
Sposób obliczania $\Sigma\delta^2$.
Cyclops scutifer : *C. bohater*

| ♀♀ | M_{sc} | M_b | D | σ_{sc} | σ_b | $\sigma_{sc} + \sigma_b$ | δ | δ^2 |
|--|----------|-------|----------------|---------------|------------|--------------------------|-------------------------------------|------------|
| | | | $M_{sc} - M_b$ | | | | $\frac{2D}{\sigma_{sc} + \sigma_b}$ | |
| Long. ant. I par. | 555.9 | 532.5 | +23.4 | 13.6 | 13.0 | 26.6 | + 1.76 | 3.10 |
| Lat. mx. cphth. | 306.4 | 365.3 | -58.9 | 14.5 | 11.3 | 25.8 | - 4.56 | 20.8 |
| Long. furc. | 120.0 | 144.3 | -24.3 | 4.73 | 6.31 | 11.0 | - 4.42 | 19.5 |
| Long. set. apic. int. | 155.3 | 161.9 | - 6.6 | 10.9 | 8.33 | 19.2 | - 0.69 | 0.48 |
| Long. set. apic. med. int. | 336.6 | 322.5 | +14.1 | 16.0 | 14.7 | 30.7 | + 0.92 | 0.85 |
| Long. set. apic. med. ext. | 227.0 | 276.3 | -49.3 | 12.5 | 14.8 | 27.3 | - 3.61 | 13.0 |
| Long. set. apic. ext. | 70.4 | 77.9 | - 7.5 | 5.53 | 4.78 | 10.3 | - 1.46 | 2.13 |
| Long. set. dors. | 92.8 | 85.4 | + 7.4 | 7.49 | 4.37 | 11.9 | + 1.24 | 1.54 |
| Long. abd. in $\frac{0}{0}$ long. cphth. | 45.5 | 41.0 | + 4.5 | 1.71 | 1.89 | 3.60 | + 2.50 | 6.25 |
| Lat. IV s. cphth. in $\frac{0}{0}$ lat. mx. cphth. | 81.6 | 64.9 | +16.7 | 5.12 | 2.64 | 7.76 | + 4.30 | 18.5 |
| Lat. V s. cphth. in $\frac{0}{0}$ lat IV s. cphth. | 93.0 | 83.0 | +10.0 | 2.85 | 4.19 | 7.04 | + 2.84 | 8.07 |
| Lat. mx. I s. abd. in $\frac{0}{0}$ long. I s. abd. | 108.3 | 98.4 | + 9.9 | 5.15 | 5.89 | 11.00 | + 1.80 | 3.24 |
| Sp. furc. II. | 61.8 | 79.5 | -17.7 | 1.52 | 1.22 | 2.74 | -12.90 | 166.4 |
| Long. tr. ult. ss. abd. | 131.6 | 109.1 | +22.5 | 7.06 | 5.04 | 12.10 | + 3.72 | 13.8 |
| Lat. furc. | 19.6 | 15.5 | + 4.1 | 1.36 | 0.94 | 2.30 | + 3.57 | 12.7 |
| Long. set. apic. int. in $\frac{0}{0}$ long. set. apic. ext. | 220.8 | 208.6 | +12.2 | 14.7 | 8.46 | 23.20 | + 1.05 | 1.10 |
| Long. set. apic. med. ext. in $\frac{0}{0}$ long. set. apic. med. int. | 67.6 | 85.7 | -18.1 | 2.63 | 3.60 | 6.23 | - 5.81 | 33.8 |
| Long. set. min. ped. V par. in $\frac{0}{0}$ long. set. mai. ped. V par. | 45.6 | 81.1 | -35.5 | 3.36 | 4.34 | 7.70 | - 9.22 | 85.0 |

Suma kwadratów różnic względnych: $\Sigma\delta^2 = 410.3$

Jeśli oznaczymy wartość danej cechy (indeksu) u osobnika, lub nieopracowanej statystycznie jednorodnej grupy osobników, przez p , to teoretyczne średnie odchylenie tej cechy wynosi:

$$\sigma = \frac{p \cdot M_v}{100}$$

Oczywiście popełniamy tu świadomie szereg błędów: przede wszystkim wielkość p odbiega zawsze mniej lub więcej od średniej arytmetycznej danej cechy u odpowiedniej formy następnie niewiadomo, czy forma ta wykazuje zmienność pod względem tej cechy zbliżoną do obserwowanej przeciętnie dotychczas. W każdym razie błąd, który popełniamy w ten sposób jest mniejszy, niż gdybyśmy przyjęli, że zmienność danej cechy u badanej formy jest równa jej zmienności u gatunku z którym chcemy formę tę porównać, jak to zaleca Heincke. Przy uwzględnieniu zaś 18 cech błędy te powinny w pewnej mierze zaniknąć.—W tab. 7 przedstawiłem sposób postępowania, gdy chcemy porównać jednego dowolnie obranego osobnika (nr. 197 mego materiału) pod względem zespołu jego cech z opracowaną statystycznie jednostką systematyczną. Zupełnie analogicznie postępujemy, gdy chcemy określić stosunek grupy okazów, np. populacji zamieszkującej jakiś zbiornik wodny bez obliczania liczb, charakteryzujących statystycznie jej zmienność, z pewną opracowaną statystycznie jednostką systematyczną. Wieszcie przy pomocy średnich współczynników zmienności (tab. 1) możemy też porównać ze sobą dwie nieopracowane statystycznie grupy okazów, a nawet wprost dwa indywidua: obliczamy oddzielnie dla obu porównywanych grup wzgl. osobników teoretyczne średnie odchylenia i postępujemy dalej, jak wskazałem w tab. 7. Oczywiście, przy operowaniu pojedynczymi zmiennymi, a nie ich średnimi, błąd metody wzrasta i wyniki mogą niekiedy nie być dość jasne.

W tab. 8 zestawione są Σ^2 opracowanych dotychczas ilościowo form oczlików z grupy *strenuus*¹⁾. Przez porównanie

1) W tabeli tej pominięto *C. scutifer f. wigrensis*, który jest odmianą *C. scutifer*, różniącą się od formy typowej cechami nieuwzględnionymi w wybranym zespole 18 cech (por. rozdz. 4), oraz *C. vicinus var. brachysmerinthos* Wierzb. ze względu na zbyt szczupły materiał.

TAB. 7.
Sposób obliczania $\Sigma \delta^2$.
Cyclops abyssorum : Nr. 197

| ♀ ♀ | M _{ab.} | P Nr. 197 | D | $\sigma_{ab.}$ | M _v | $\frac{\sigma_{197}}{p. M_v}$ | $\sigma_{abyss.} + \sigma_{197}$ | δ | δ^2 |
|--|------------------|--------------|-------------------------------|----------------|----------------|-------------------------------|----------------------------------|--|------------|
| | | | M _{ab.} — —Nr.197 | | | | | $\frac{2D}{\sigma_{ab.} + \sigma_{197}}$ | |
| Long. ant. I par. | 585.0 | 555.0 | +30.0 | 16.5 | 4.0 | 22.2 | 38.7 | + 1.55 | 2.40 |
| Lat. mx. cphth. | 353.5 | 294.4 | +59.1 | 11.5 | 3.8 | 11.2 | 22.7 | + 5.21 | 27.1 |
| Long. furc. | 174.3 | 123.0 | +51.3 | 7.64 | 4.9 | 6.03 | 13.7 | + 7.49 | 56.1 |
| Long. set. apic. int. | 195.2 | 154.2 | +41.0 | 9.52 | 6.6 | 10.2 | 19.7 | + 4.16 | 17.3 |
| Long. set. apic. med. int. | 366.3 | 337.0 | +29.3 | 19.1 | 6.5 | 21.9 | 41.0 | + 1.43 | 2.04 |
| Long. set. apic. med. ext. | 305.6 | 226.0 | +79.6 | 12.9 | 6.0 | 13.6 | 26.5 | + 6.01 | 36.1 |
| Long. set. apic. ext. | 90.4 | 67.4 | +23.0 | 6.17 | 7.4 | 4.99 | 11.2 | + 4.11 | 16.9 |
| Long. set. dors. | 93.6 | 101.1 | — 7.5 | 4.92 | 6.9 | 6.98 | 11.9 | — 1.26 | 1.59 |
| Long. abd. in 0/0 long. cphth. | 36.5 | 45.5 | — 9.0 | 1.09 | 4.1 | 1.87 | 2.96 | — 6.08 | 37.0 |
| Lat. IV s. cphth. in 0/0 lat. mx. cphth. | 64.1 | 79.3 | —15.2 | 3.42 | 4.8 | 3.81 | 7.23 | — 4.20 | 17.6 |
| Lat. V s. cphth. in 0/0 lat. IV s. cphth. | 86.4 | 96.2 | — 9.8 | 2.74 | 3.8 | 3.65 | 6.39 | — 3.07 | 9.42 |
| Lat. mx. I s. abd. in 0/0 long. I s. abd. | 110.2 | 106.1 | + 4.1 | 5.20 | 4.8 | 5.09 | 10.3 | + 0.80 | 0.64 |
| Sp. furc. II. | 77.0 | 62.7 | +14.3 | 1.00 | 2.0 | 1.25 | 2.25 | + 12.7 | 161.3 |
| Long. tr. ult. ss. abd. | 78.8 | 129.2 | —50.4 | 4.28 | 5.7 | 7.36 | 11.6 | — 8.68 | 75.3 |
| Lat. furc. | 12.3 | 19.6 | — 7.3 | 0.86 | 6.8 | 1.33 | 2.19 | — 6.66 | 44.4 |
| Long. set. apic. int. in 0/0 long. set. apic. ext. | 217.2 | 228.3 | —11.1 | 11.3 | 5.8 | 13.2 | 24.5 | — 0.91 | 0.83 |
| Long. set. apic. med. ext. in 0/0 long. set. apic. med. int. | 83.6 | 67.2 | +16.4 | 2.68 | 3.4 | 2.28 | 4.96 | + 6.61 | 43.7 |
| Long. set. min. ped. V par. in 0/0 long. set. mai. ped. V par. | 45.2 | 42.4 | + 2.8 | 3.43 | 8.5 | 3.6 | 7.03 | + 0.80 | 0.64 |

Suma kwadratów różnic względnych: $\Sigma \delta^2 = 550.4$

* Różnice między zespólami cech (Σ^2) gatunków i podgatunków (zmienność w obrębie podrodzaju *Cyclops*).

| | ♀ | | | | | | | | | | M |
|----------------------|-------------|--------------|-------------|------------|-------------|------------|-------------|--------------------|-------------------|----------------------|---|
| | C. scutifer | C. abyssorum | C. furcifer | C. bohater | C. kolensis | C. vicinus | C. tatricus | C. strenuus landei | C. strenuus vanae | C. strenuus strenuus | |
| C. scutifer | 537.0 | 510.8 | 410.3 | 178.8 | 252.0 | 436.6 | 272.8 | 367.2 | 279.4 | 360.5 | |
| C. abyssorum | 537.0 | 423.7 | 227.0 | 374.0 | 136.3 | 71.7 | 275.1 | 271.0 | 246.8 | 284.7 | |
| C. furcifer | 510.8 | 423.7 | 337.2 | 278.6 | 266.5 | 224.9 | 187.6 | 165.4 | 53.5 | 272.0 | |
| C. bohater | 410.3 | 227.0 | 337.2 | 193.6 | 137.0 | 125.3 | 164.1 | 67.5 | 129.4 | 199.0 | |
| C. kolensis | 178.8 | 374.0 | 278.6 | 193.6 | 195.4 | 220.3 | 58.7 | 127.9 | 78.0 | 189.5 | |
| C. vicinus | 252.0 | 136.3 | 137.0 | 195.4 | 166.7 | 225.4 | 173.7 | 110.7 | 173.7 | 184.9 | |
| C. tatricus | 436.6 | 71.7 | 125.3 | 220.3 | 166.7 | 123.1 | 112.6 | 135.0 | 112.6 | 179.6 | |
| C. strenuus landei | 272.8 | 275.1 | 187.6 | 58.7 | 225.4 | 123.1 | 47.5 | 102.7 | 47.5 | 161.9 | |
| C. strenuus vanae | 367.2 | 271.0 | 165.4 | 127.9 | 110.7 | 135.0 | 49.9 | | 49.9 | 155.3 | |
| C. strenuus strenuus | 279.4 | 246.8 | 53.5 | 78.0 | 173.7 | 112.6 | 47.5 | 49.9 | | 130.1 | |

każdej formy z każdą inną otrzymaliśmy 45 cyfr, reprezentujących ich wzajemną różność morfologiczną. W ostatniej prawej kolumnie tabeli zestawiono średnie arytmetyczne dla każdej formy; średnie te określają, o ile różna jest przeciętnie dana forma od wszystkich pozostałych. Poszczególne formy uszeregowano od najbardziej do najmniej przeciętnie zróżnicowanych.

Z tabeli powyższej wynika, że badane formy okazują nadzwyczaj różny stopień wzajemnej dyferencjacji: Σ^2 waha się od 47.5 do 537.0, średnio zaś wynosi 211.8 ± 18.4 . —Różnice w stopniu zróżnicowania naszych form są zrozumiałe: wszak w każdej grupie systematycznej mogą istnieć formy mniej lub więcej sobie bliskie morfologicznie.

Rozpatrzmy teraz różnice w zespołach cech ilościowych między populacjami, pochodzącymi z różnych środowisk ekologicznych (ze zbiorników wodnych o różnym charakterze limnologicznym) lub z różnych pór roku, należącymi do wyróżnionych jednostek systematycznych. Tab. 9 zawiera wykaz tych populacji oraz ich Σ^2 . Jakkolwiek materiał odnośny nie jest zbyt obfity, niemniej na podstawie uwidocznionych w tabeli 20 przypadków porównania¹⁾ poszczególnych par populacji możemy wyrobić sobie pogląd o rozmiarach zmienności lokalnej i sezonowej w badanej grupie oczlików. O tem, że są one stosunkowo nieznaczne, wiemy już z literatury (Hartmann 1917, Rzóśka 1927, Koźmiński 1927), a także z rozdz. 2 pracy niniejszej, gdzie omówiliśmy zmienność lokalną i sezonową poszczególnych cech. Tutaj mamy możliwość jednak wniknąć w te stosunki o wiele głębiej, gdyż Σ^2 ujmuje ilościowo różnice zespołów cech, uwzględniając zmienność tych ostatnich.

Z tab. 9 wynika, że Σ^2 lokalnych i sezonowych populacji poszczególnych jednostek systematycznych waha się w granicach 2.7—34.5, wynosząc średnio 16.5 ± 1.98 . Jeśli porównamy te dane z otrzymanymi wyżej dla jednostek systematycznych, zobaczymy, że różnica jest kolosalna:

1) Oczywiście uwzględniono tu zespół tych samych 18 cech, które były brane pod uwagę przy porównywaniu jednostek systematycznych.

Różnice między zespołami cech (Σ^2) lokalnych i sezonowych populacji poszczególnych jednostek systematycznych (zmiennosć w obrębie gatunków i podgatunków).

| ♀ ♀ | Miejsce (śródmiejsze) | Data | Σ^2 |
|-----------------------|--|----------------------------|-------------|
| C. scutifer scutifer | Wigry, ploso Północne : Białe Wigierskie | 8.VIII.29 : 31.V.27 | 29.4 |
| C. scutifer wigrens | zat. Uklejowa (Wigry) | 31.I.29 : 21.VIII.27 | 6.0 |
| " " " | zat. Uklejowa (Wigry) : Muliczne | I—X : 14.VIII.27 | 2.7 |
| " " " | zat. Uklejowa (Wigry) : Perty | I—X : 7.VII.27 | 15.7 |
| " " " | Perty : Muliczne | 7.VII.27 : 14.VII.27 | 22.2 |
| C. abyssorum | Okrągłe : Długie | 16.II.27 : 14.VII.27 | 31.1 |
| " " " | Okrągłe : Muliczne | 16.II.27 : 1.III.27 | 16.5 |
| " " " | Czarne pod Bryzgłem : Muliczne | 16.III.27 : 1.III.27 | 8.7 |
| " " " | Czarne pod Bryzgłem : Okrągłe | 16.III.27 : 16.II.27 | 11.9 |
| C. taticus | jeziora Tatr Wysokich : Lunzer Untersee, Austria | II.12 : 27.VIII.23 | 27.6 |
| C. bohater | zat. Ordów (Wigry) : Okrągłe | 28.VI.27 : 16.II.27 | 22.5 |
| " " " | Okrągłe : Uklejowa, Ordów, Muliczne, Rzepiskowe | 16.II.27 : I, III, VI, XI. | 4.9 |
| C. strenuus landei | Suchar Wielki : Suchar Zachodni | II, XI, XII : 21.II.30 | 14.3 |
| C. kolensis | Staw : Perty | 31.I.29 : 31.III.28 | 34.5 |
| " " " | Czarne pod Bryzgłem : Perty | 16.III.27 : 31.III.28 | 16.9 |
| " " " | Czarne pod Bryzgłem : Staw | 16.III.27 : 31.I.29 | 12.4 |
| " " " | Leszczówek : Staw | 16.IV.29 : 31.I.29 | 15.2 |
| " " " | Leszczówek : Perty | 16.IV.29 : 31.III.28 | 12.7 |
| " " " | Leszczówek : Czarne pod Bryzgłem | 16.IV.29 : 16.III.27 | 11.3 |
| " " " | zat. Uklejowa (Wigry) | 31.I.29 : 14.VI.28 | 14.2 |

$$D = 211.8 - 16.5 = 195.3; \quad m_b = 18.5; \quad d = 10.6$$

Różnica średnich D , przewyższa przeszło 10-krotnie swój średni błąd, musimy ją więc uważać za realną i daleko idącą. — Istnieje tu też dość wyraźny, jakkolwiek nieduży, *hiatus* między porównywanymi grupami Σ^2 (34.5—47.5).

Nasuwa się zkolei pytanie, jak wielka jest w badanej grupie zmienność indywidualna, czyli jak duże są różnice zespołów cech wewnątrz populacji, należącej do jednej z wyróżnionych jednostek systematycznych, zamieszkującej pewne środowisko w określonym czasie, której osobniki są zatem wystawione na identyczne warunki zewnętrzne. — W celu zbadania tej kwestji wziąłem bez wyboru 10 par osobników ($\text{♀}\text{♀}$) z mego materiału; każda para osobników reprezentowała jedną z wyróżnionych jednostek systematycznych i pochodziła z jednej i tej samej próbki planktonu. Różnice zespołów ich cech (Σ^2), obliczone przy pomocy średnich współczynników zmienności (p. wyżej str. 86), zestawione są w tab. 10. Wynoszą one

TAB. 10.

Różnice między zespołami cech (Σ^2) par osobników, należących do jednego gatunku wzgl. podgatunku i pochodzących z jednej i tej samej próbki planktonu (zmienność intrapopulacyjna, indywidualna).

| $\text{♀}\text{♀}$ | Miejsce | Data | Σ^2 |
|--------------------|--|---------------|------------|
| C. scutifer | j. Wigry, płośo Północne | 8.VIII.1929 | 13.6 |
| C. abyssorum | j. Czarne pod Bryzglem | 16. III. 1927 | 22.4 |
| C. furcifer | rów przydrożny, Targówek pod Warszawą | 8. I. 1923 | 32.0 |
| C. bohater | j. Okrągłe (z grupy jezior Wigierskich) | 16. II. 1927 | 7.5 |
| C. kolensis | zat. Uklejowa (Wigry) | 31. I. 1929 | 19.2 |
| C. vicinus | sadzawka parkowa, Ogród Saski, Warszawa | 11. V. 1925 | 21.3 |
| C. tatricus | Lunzer Untersee, Austrija | 27.VIII.1923 | 42.6 |
| C. str. landei | j. Suchar Zachodni (z gr. j. Wigier.) | 21. II. 1930 | 12.0 |
| C. str. vranæ | j. Vrana, Cherso, Włochy | 15. IV. 1925 | 15.0 |
| C. str. strenuus | stówek „Kaczy”, Folw. Stary nad Wigrami | 6. IV. 1927 | 23.9 |

średnio 20.9 ± 3.26 , są więc nawet przeciętnie nieco większe, niż $\Sigma\delta^2$ populacji lokalno-sezonowych, różnica między nimi jest jednak nieistotna:

$$D = 20.9 - 16.5 = 4.4; m_b = \pm 3.8; d = 1.2$$

Z powyższego zestawienia wynika, że różnice lokalne i sezonowe są w naszej grupie oczlików prawie równe różnicom indywidualnym, intrapopulacyjnym, obie zaś są znacznie mniejsze od różnic istniejących między wyróżnionymi przez nas jednostkami systematycznymi.

Zastanowimy się jeszcze, czy współzycie, kohabitacja, osobników, należących do różnych jednostek systematycznych, ale zamieszkujących razem jedno środowisko ekologiczne, wpływa na ich zbliżenie morfologiczne. Tab. 11 zawiera dane o $\Sigma\delta^2$ czterech par populacji (po 10 ♀♀), żyjących w planktonie wymienionych tam jezior, przeważnie nawet złowionych

TAB. 11.

Różnice między zespołami cech ($\Sigma\delta^2$) współżyjących populacji różnych gatunków.

| ♀ ♀ | Miejsce | Data | $\Sigma\delta^2$ |
|--|--------------------|-----------|------------------|
| <i>C. kolensis</i> : <i>C. scutifer wigrensis</i> | Uklejowa (Wigry) | 31.I.29 | 161.7 |
| <i>C. kolensis</i> : <i>C. abyssorum</i> | Czarne p. Bryzglem | 16.III.27 | 443.6 |
| <i>C. scutifer wigrensis</i> : <i>C. abyssorum</i> | Uklejowa (Wigry) | varia | 582.3 |
| <i>C. bohater</i> : <i>C. abyssorum</i> | Okrągłe | 16.II.27 | 368.3 |

równocześnie, a więc ukształtowanych pod wpływem identycznych czynników ekologicznych. Widzimy, że ich $\Sigma\delta^2$ są duże, leżą najzupełniej w granicach $\Sigma\delta^2$, odpowiadających różnicom między jednostkami systematycznymi. Wynoszą one średnio 389.0, podczas gdy średnia $\Sigma\delta^2$ tych samych czterech par gatunków według tab. 8 wynosi 329.2. Świadczy to dobitnie o braku określonego wpływu warunków środowiska na ukształtowanie cech morfologicznych badanych skorupiaków.

Omówimy wreszcie zachowanie się samców pod względem zespołu ich cech. Znaną jest rzeczą, że samce wśród *Cyclopoida* są uważane za mało charakterystyczne i cały system tych skorupiaków oparty jest na budowie samic. Również dotychczasowe badania ilościowe w grupie *strenuus* (Kozmiński 1927, str. 37, Rzócka 1930, str. 210) zdawały się potwierdzać opinię o mniejszej dyferencjacji samców. Istotnie, pod względem budowy segmentów ciała i antenn I pary daje się zauważyć brak różnic tak charakterystycznych dla samic, jeżeli jednak weźmiemy pod uwagę pozostałe cechy, to zobaczymy, że samce są niemniej dobrze zróżnicowane morfologicznie, niż samice. W tab. 12 zestawilem dla pięciu gatunków

TAB. 12.

Różnice między zespołami cech (Σ^2) gatunków wzgl. podgatunków u samic i samców na podstawie zespołu 14 cech.

| $\sigma^7 \sigma^7$ | C. scutifer | C. abyssorum | C. bohater | C. strenuus landei | C. kolensis | M |
|---------------------|-------------|--------------|------------|--------------------|-------------|-------|
| C. scutifer | | 477.7 | 552.4 | 239.4 | 201.9 | 367.9 |
| C. abyssorum | 477.7 | | 162.6 | 206.2 | 275.7 | 280.6 |
| C. bohater | 552.4 | 162.6 | | 126.7 | 194.0 | 258.9 |
| C. strenuus landei | 239.4 | 206.2 | 126.7 | | 20.8 | 148.3 |
| C. kolensis | 201.9 | 275.7 | 194.0 | 20.8 | | 173.1 |
| $\text{♀} \text{♀}$ | | | | | | |
| C. scutifer | | 510.8 | 377.5 | 224.5 | 123.6 | 309.1 |
| C. abyssorum | 510.8 | | 208.7 | 257.1 | 337.0 | 328.4 |
| C. bohater | 377.5 | 208.7 | | 154.4 | 188.3 | 232.2 |
| C. strenuus landei | 224.5 | 257.1 | 154.4 | | 39.6 | 168.9 |
| C. kolensis | 123.6 | 337.0 | 188.3 | 39.6 | | 172.1 |

Σ^2 , obliczone na podstawie 14 cech (od zespołu cech wybranego uprzednio odjęto *long. ant. I par. in* $^{0/100}$ *long. corp.* oraz stosunki szerokości segmentów głowotułowia i odwłoku) zarówno u samic, jak i u samców. Porównanie ich daje następujące wyniki:

$$M_{\sigma} = 245.8 \pm 50.1 ; M_{\text{♀}} = 242.2 \pm 43.1 ;$$

$$D = 3.6 ; m_p = 66.1 ; d = 0.05$$

Różnica jest znikoma i zupełnie nierealna, a więc samce tych pięciu gatunków są pod względem badanego zespołu cech równie dobrze zróżnicowane, jak i samice.

Na teoretyczne znaczenie faktów powyższych chciałbym zwrócić szczególną uwagę. Stanowią one statystyczny dowód istnienia w badanej grupie zwierząt odrębnych, zwartych morfologicznie grup indywiduów, ujawniających bardzo znaczną odporność morfologiczną na wpływ warunków ekologicznych środowiska. Grupy te czynią w świetle powyższych rozważań najzupełniej zadość postulatowi Rensch'a w cytowanej wyżej (str. 67) jego definicji gatunku: ich zmienność indywidualna, ekologiczna i sezonowa ma rozmiary ściśle ograniczone. Jeśli wziąć ponadto pod uwagę, że grupy te odznaczają się swoistym zespołem cech „jakościowych” (budowa segmentów ciała, uzbrojenie odnoży pływanych) i są zróżnicowane pod względem ekologicznym, to mimo braku dotychczas zupełnie pewnych danych o nieograniczonej płodności i dziedziczności cech w obrębie tych form niepodobna wątpić w ich samodzielność systematyczną.

Jeśli mimo powyższych argumentów niewszystkim rozpatrzoną jednostkom systematycznym nadaje miano gatunku, to czynię to dlatego, że *hiatus* między $\Sigma\delta^2$ indywidualnymi, lokalnymi i sezonowymi z jednej strony, a „taksonomicznymi” — z drugiej, jest, jak widzieliśmy, niewielki i może być w miarę dalszych badań ilościowych wypełniony; dopóki więc nie zostanie eksperymentalnie dowiedziona niemożność skrzyżowania lub niepłodność potomstwa *C. strenuus subsp. landei*, *C. str. subsp. vranae* oraz *C. str. subsp. strenuus*, których $\Sigma\delta^2$ są zbliżone do 50, należy je uważać za jednostki systematyczne niższego rzędu, niż gatunek. Do grupy tej zbliża się bardzo *C. furcifer*, którego $\Sigma\delta^2$ z *C. strenuus strenuus* wynosi zaledwie 53.5 (tab. 8), jednak formy te, jak wynika ze świeżych badań eksperymentalnych Lowndes'a (1932), nie dają się skrzyżować, co przemawia za ich odrębnością gatunkową. Pozostałe formy są tak silnie zróżnicowane morfologicznie, że nie wolno wątpić w ich samodzielność gatunkową.

Zastosowana przeze mnie metoda badania różnic w zespołach cech umożliwiła w ten sposób ujęcie wyni-

ków prowizorycznej subiektywnej oceny dyferencjacji morfologicznej badanej grupy oczlików w sposób obiektywny, ilościowy. Wyniki te rzucają pewne światło na ważne zagadnienie istnienia w przyrodzie odrębnych, niezwiązanych ogniwami przejściowymi jednostek systematycznych: stwierdziliśmy, że w badanej grupie oczlików obecność gatunków da się na podstawach morfometrycznych logicznie uzasadnić.

Oprócz powyższych zdobyczy teoretycznych fakty te mają pewne znaczenie praktyczne. Przez zastosowanie tej metody można każdą dowolną jednorodną populację oczlików z grupy *strenuus*, a nawet każdego pojedynczego oczlika ściśle sklasyfikować, porównując zespół jego cech z zespołem odpowiednich cech jednostek systematycznych, opracowanych statystycznie. Najdogodniej w tym celu zbadać szczegółowo (uwzględniając zespół wybranych 18 cech) conajmniej 10 okazów danej populacji, reprezentujących niewątpliwie jedną jednostkę systematyczną, obliczyć średnie arytmetyczne, M , i średnie odchylenia, σ , poszczególnych cech i według podanego wzoru (tab. 6) porównać je ze scharakteryzowanymi przeze mnie ilościowo jednostkami systematycznymi. Kto jednak nie zechce zagłębiać się w obliczenia statystyczne lub będzie rozporządzał do tego zbyt ubogim materiałem, może obliczyć tylko średnie arytmetyczne, M , 18 cech z dowolnej ilości okazów (im więcej, tem lepiej!) lub ostatecznie nawet wymierzyć tych 18 cech na jednym osobniku i porównać je z mojami formami według wzoru podanego w tab. 7. Ta jednostka systematyczna, z którą porównanie to da najmniejszą $\Sigma\delta^2$ będzie badanej grupie osobników wzgl. badanemu indywiduum najbliższa. Czy reprezentują one tę samą formę, t. j. czy różnica mieści się w granicach zmienności indywidualnej wzgl. lokalno-sezonowej, o tem pouczy nas wielkość absolutna $\Sigma\delta^2$: gdy będzie ona mniejsza od 43 ($M + 3\sigma = 16.5 + 3 \times 8.84 = 43.0$), odpowiedź wypada twierdząco. Gdy porównanie z naszymi 11 formami wykaże, że wszystkie $\Sigma\delta^2$ są większe, niż 43, wówczas będzie to prawdopodobnie forma odrębna.

W tab. 13 przedstawiam wyniki próby zastosowania tej metody najpierw do trzech populacji, złożonych z niewielkiej ilości egzemplarzy, następnie do czterech okazów pojedynczych,

T A B. 13.

Porównanie trzech Σ^2 trzech populacji i czterech osobników z gatunkami i podgatunkami podrodzaju *Cyclops*.

| | n | C. scutifer | C. abyssorum | C. furcifer | C. bohater | C. kolensis | C. vicinus | C. taticus | C. strenuus landel | C. strenuus vranae | C. strenuus strenuus |
|---|----|-------------|--------------|-------------|------------|-------------|------------|------------|--------------------|--------------------|----------------------|
| <i>Cyclops kolensis</i> , typy Lilljeborga j. Bleken, Östergötland, Szwecja 8.III. i 30.IV.1892 | 11 | 136.9 | 605.3 | 410.9 | 270.2 | 17.9 | 270.6 | 377.6 | 109.5 | 212.3 | 142.0 |
| <i>Cyclops vicinus</i> var. <i>brachysmerinthos</i> j. Leszczówek i j. Białe Perciańskie 2.III. 1927 i 30.III. 1928 | 8 | 345.0 | 143.1 | 159.7 | 188.1 | 206.2 | 77.0 | 141.9 | 175.5 | 112.9 | 134.3 |
| <i>Cyclops strenuus strenuus</i> Stawek „Kaczy”, Folw. Stary (drobny zbiornik) 6.IV.1927 | 10 | 517.2 | 486.3 | 81.6 | 294.8 | 182.3 | 239.9 | 215.0 | 152.5 | 102.2 | 14.3 |
| Nr. 391 j. Okragte, 16.II.1927 | 1 | 385.5 | 153.1 | 204.2 | 12.5 | 191.6 | 105.4 | 94.6 | 141.6 | 50.2 | 92.7 |
| Nr. 197 j. Wigry, płośno Północne, 8.VIII.1929 | 1 | 5.9 | 550.4 | 564.1 | 465.0 | 209.8 | 266.4 | 478.7 | 332.0 | 412.7 | 334.4 |
| Nr. 9 Lunzer Untersee, 27.III.1923 Austria | 1 | 387.0 | 81.9 | 235.3 | 117.5 | 178.5 | 117.4 | 14.2 | 120.1 | 108.3 | 110.2 |
| Nr. 377 Stawek „Kaczy”, 6.IV.1927 | 1 | 486.6 | 280.6 | 86.8 | 242.3 | 235.7 | 184.2 | 146.1 | 166.4 | 103.9 | 42.0 |

wziętych z materiału mego bez wyboru.—Populacja *C. kolensis*, pochodząca z jez. Bleken w Szwecji (są to typy Lilljeborga) wykazuje tak znaczne zbliżenie pod względem swych cech ilościowych do polskiego *C. kolensis*, że nie może być żadnej wątpliwości, co do ich identyczności: ich $\Sigma\delta^2$ wynosi zaledwie 17.9, podczas gdy najmniejsza z pozostałych przewyższa setkę. Zupełnie podobnie zachowuje się populacja *C. strenuus strenuus* z drobnego zbiorniczka, znajdującego się w ogrodzie Stacji Hydrobiologicznej na Wigrach w porównaniu do materiałów tej formy z okolic Warszawy. Natomiast znalezione w niektórych jeziorach Suwalskich (Leszczówek, Białe Perciańskie) okazy oczlików, określone na pierwszy rzut oka jako *C. vicinus*, jak wynika z tab. 13 odbiegają silnie od tego gatunku ($\Sigma\delta^2 = 77.0$), ale od innych oddalają się jeszcze bardziej; jest to istotnie świeżo opisana przez Wierzbicką (1933) odmiana, *C. vicinus var. brachysmerinthos*, ta sama, o której wzmiankował już Rzóska (1930, str. 207).

Również porównanie pojedynczych wziętych bez wyboru, a więc bynajmniej nie specjalnie „typowych” okazów ze scharakteryzowanymi przeze mnie ilościowo jednostkami systematycznymi pod względem zespołu ich cech dało, jak to wynika z tab. 13, nadzwyczaj zachęcające i zupełnie niedwuznaczne rezultaty. Rezultaty te przemawiają na korzyść tylekroć wspomnianego prawa Heincke'go: wśród badanych oczlików zespół cech każdego okazu odpowiada pewnej wartości przeciętnej, właściwej reprezentowanej przez ten okaz jednostce systematycznej. Innymi słowy każdy okaz¹⁾ jest pod względem zespołu swych cech mniej więcej równie typowy.—Prawo Heincke'go, mające pierwszorzędne znaczenie dla systematyki teoretycznej, nie* jest dotychczas zdaje się uważane za obowiązujące w całym państwie zwierzęcem: mamy jeszcze zbyt mało potwierdzających je dowodów. Nie brak też w literaturze głosów, podających w wątpliwość po-

1) Lub może tylko znaczna większość indywidualów, reprezentujących aktualnie daną jednostkę syst. w przyrodzie. Kto wie, czy „typowość” zespołu cech nie zachowuje się zgodnie z prawem Quetelet'a, t. j. czy indywiduala wyżej wspomniane nie ułożyłyby się pod względem swej „typowości” w krzywą dwumianu Newtona?

wszechność tego prawa (por. np. Smirnow 1924). Tem ciekawszą jest rzeczą stwierdzić, że oczliki z grupy *strenuus* zdają się je potwierdzać całkowicie.

Zespół 11 gatunków i odmian oczlików z grupy *strenuus*, opracowanych w studjum niniejszem, nie wyczerpuje z pewnością całego bogactwa form, które ta grupa systematyczna zawiera. Należy oczekiwać, że lata najbliższe przyniosą opisy szeregu nowych dla systematyki form tej grupy oraz ilościową charakterystykę już dawniej opisanych gatunków, wzgl. odmian (przedewszystkiem *C. lacustris* Sars). Byłoby rzeczą nadzwyczaj pożądaną móc porównać je z formami dotychczas znanymi przy pomocy opisanej tu metody. Pewną trudność może stanowić fakt, że te nowe formy mogą się różnić od znanych cechami nieuwzględnionymi w wybranym przeze mnie zespole 18 cech.

Na zakończenie tego rozdziału chciałbym przestrzec przed mechanicznem stosowaniem opisanych wyżej metod. Metoda cech kombinowanych jest niezwykle subtelnym i precyzyjnym instrumentem, zezwalającym na objęcie jednym rzutem oka i ilościową ocenę splotu skomplikowanych stosunków morfologicznych. Jak każda inna, tak może i ta metoda być nieumiejętnie lub bezkrytycznie stosowana, co prowadzić musi do zupełnie błędnych wniosków; należy pamiętać, że zezwala ona na ilościowe ujęcie pewnego określonego kompleksu faktów, który dopiero po poddaniu krytycznej ocenie i po zestawieniu z innymi faktami może być wykorzystany do pewnych uogólnień. W naszym przypadku wyniki zastosowania tej metody mogły być poparte przez jakościowo ujęte spostrzeżenia morfologiczne oraz przez stwierdzone różnicowanie ekologiczne badanych form.

4. Systematyka.

W wyniku rozważań, zawartych w rozdziale 3, doszliśmy do wniosku, że występujących w materjale 12 form odpowiada 8 odrębnym gatunkom oraz 4 niższym jednostkom systematycznym. Udowodniliśmy, że formy te zasługują w pełni na nazwę samodzielnych jednostek systematycznych, których

uwzględnianie w pracach o planktonie wydaje się konieczne. Celem ułatwienia oznaczania tych form zamieszczam w rozdz. niniejszym krótkie opisy wszystkich znanych mi, opracowanych ilościowo, jednostek systematycznych z grupy *strenuus* oraz odpowiednią tabelkę dychotomiczną. Przy tej okazji podane będą opisy cech ujmowanych jakościowo, a więc przedewszystkiem budowy segmentów ciała¹⁾, nadającej oczlikom bardzo charakterystyczny pokrój, oraz typu uzbrojenia odnóży pływanych. Obie te, nieuwzględnione w rozważaniach morfometrycznych, grupy cech, wykazujących naogół bardzo znaczną stałość, potwierdzają w sposób niedwuznaczny trafność klasyfikacji materiału.—Opisy poniższe dotyczyć będą budowy samic, których cechy ilościowe podane zostaną—wbrew dotychczasowej praktyce—przeważnie w liczbach; prócz wartości przeciętnych tych cech wydaje mi się celowe w tym przypadku uwzględnienie zakresu wahań przeważającej większości osobników. W tym celu podane będą (w nawiasach) wartości $M - 2\sigma$ i $M + 2\sigma$ każdej cechy, jako granice, w obrębie których winno się mieścić teoretycznie 95.5% osobników danej jednostki systematycznej. Podanie całkowitego zakresu wahań (przez uwzględnienie wartości $M \pm 3\sigma$ lub $M \pm 3.5\sigma$) zatartoby bowiem większość istotnych różnic. Ze względów praktycznych zamieszczam w opisach tylko najbardziej charakterystyczne cechy ilościowe, wyróżniające daną formę od pozostałych; w przypadkach wątpliwych rzeczą nieodzowną będzie jednak uwzględnienie całkowitej charakterystyki ilościowej danej formy. Pewną pomocą służyć też będą zamieszczone rysunki tekstowe oraz tablice na końcu pracy (Tabl. I—V). Co się tyczy budowy samców, to uwzględnione tu będą jedynie typy uzbrojenia odnóży pływanych oraz niekiedy dane o budowie segmentów ich ciała.

Ugrupowanie morfologiczne oczlików z grupy *strenuus*, ich pokrewieństwa wzajemne omówiłem w oddzielnej pracy (K o Ź m i ń s k i 1933); porządek, w którym zamieszczam tu poszczególne gatunki i odmiany, odpowiada jednak w pewnym stopniu stosunkom pokrewieństwa.

¹⁾ Opisy budowy segmentów ciała oparte są głównie na materiale konserwowanym w 1—2% formalinie, a więc takim, jaki trafia najczęściej do rąk planktologów.

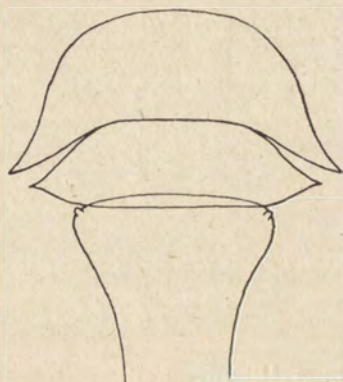
Pozostaje mi jeszcze do wyjaśnienia kwestja rangi taksonomicznej niższych od gatunku jednostek systematycznych, których opis podany będzie niżej. Kwestja sposobu oznaczania takich jednostek, mimo bardzo obszernej literatury, nie jest dotychczas rozwiązana w sposób ogólnie przyjęty; w pracy niniejszej nie mam zamiaru zabierać głosu w tej dyskusji, chciałbym jednak podkreślić, że wspomnianym jednostkom systematycznym nie przypisuję zupełnie jednakowej wartości taksonomicznej. Jak zobaczymy w części II pracy niniejszej *C. strenuus vranæ* i *C. str. landei* odznaczają się bardzo wybitnymi różnicami ekologicznymi, a może częściowo i zoogeograficznymi od *C. str. strenuus*; ponieważ również i morfologicznie są te trzy formy wyraźnie zróżnicowane, sądzę, że możemy je określić jako podgatunki, *subspecies*, nie przypisując temu terminowi ściśle zoogeograficznego charakteru¹⁾. Inaczej przedstawia się sprawa z *C. scutifer wigrensis*; forma ta, jak się przekonałem, różni się od formy typowej tego gatunku nieznacznie i to na podstawie cech o małej naogół wartości diagnostycznej; bardziej wyraźne są różnice ekologiczne tych form. Sądzę, że najwłaściwiej będzie tu pozostać przy użytej przeze mnie już raz (Kozmiński 1927) skromnej i mało określonej nazwie *forma*. Przez takie zróżnicowanie trzech wymienionych niższych od gatunku jednostek systematycznych chcę podkreślić, że rozpoznawanie dwóch pierwszych uważam za niezbędne, podczas gdy uwzględnianie ostatniej (*C. scutifer f. wigrensis*) w pracach planktologicznych wydaje mi się mniej konieczne. — Co się tyczy wreszcie *C. vicinus brachysmerinthos*, to zbyt szczupły materiał nie pozwala mi na zajęcie własnego dostatecznie umotywowanego stanowiska w sprawie jego rangi taksonomicznej; dlatego też przyjmuję w pracy niniejszej oznaczenie *varietas*, proponowane przez autorkę, która formę tę opisała (Wierzbička 1933).

1) W podobnym znaczeniu bywa teraz ten termin dość często stosowany, również i w systematyce *Copepoda* (por. np. prace Kiefera, Gurney, Chappuis).

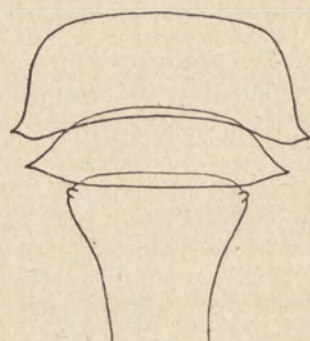
Cyclops (C.) scutifer Sars 1862

(Tabl. I.)

Głowotułowie w przedniej części przeważnie dość smukłe nie zwęża się w charakterystyczny dla większości gatunków tej grupy równomierny sposób ku tyłowi: IV i V segmenty nadzwyczaj szerokie, szersze, niż III segment. IV segment tułowia wydłużony na boki i ku tyłowi w postaci charakterystycznych „skrzydełek” (rys. 1) lub „skrzydełka” te zlekka uniesione tworzą silnie zaostrome wyrostki (rys. 2). V segment, niewiele węższy od IV-go, wyciągnięty na boki w postaci potężnych ostrych kątów. I segment odwłoka bardzo szeroki w części



Rys. 1.



Rys. 2.

Cyclops scutifer.

przedniej zwęża się stopniowo, lecz bardzo wydatnie ku tyłowi; w okolicy swej największej szerokości jest on zaopatrzony w drobne guziczki (rys. 1 i 2).

Uzbrojenie odnóży pływanych typu terni; wyjątków od tej reguły nie obserwowałem na obfitym materiale samców i samic. Ilość obserwowanych anomalij u samic nie przekraczała 5%.

Anteny I pary 17-członowe (zupełnie wyjątkowo 18-członowe); t. zw. *limbus*, t. j. rząd drobnutkich ząbków na ostatnich trzech członkach antenn, zawsze obecny, jakkolwiek niekiedy jedynie pod imersją dostrzegalny. Listewka chitynowa na grzbietowej stronie furki delikatna, niekiedy silnie zredukowana i poprzerzywana. Spermatofory bardzo duże, uczepione pod kątem do osi ciała przekraczają najczęściej zarysy segmentu płciowego samicy.

Z cech ilościowych na największą uwagę zasługuje odległość nasady szczecinki bocznej na furce od nasady furki: *sp. furc. II in ‰ long. furc.* wynosi¹⁾ 62 (59—65); ponadto nadzwyczaj charakterystyczny jest stosunek długości środkowych szczecin apikalnych: *long. set. apic. med. ext. in ‰ long. set. apic. med. int.* wynosi u *C. sc. scutifer* 68 (62—73), u *C. sc. wigrensis* 71 (66—77). Z pozostałych cech ilościowych wymienić należy: *long. furc. in ‰ long. corp.* 120 (111—129) względnie 122 (114—130); *lat. furc. in ‰ long. furc.* 19.5 (17—22) i *lat. V s. cphth. in ‰ long. corp.* 232 (209—255) względnie 236 (220—252).

C. scutifer f. scutifer Sars.—Małe, przezroczyste i smukłe formy. *Long. tot.* 1254 μ (1135 — 1373 μ); *long. set. dors. in ‰ long. corp.* 93 (78—108); *long. set. mai. ped. V par. in ‰ long. corp.* 74 (61—88); ilość jaj w każdej torebce jajowej (*quant. ov.*) jest przeciętnie mniejsza, niż 10.

C. scutifer f. wigrensis Koźmiński 1927. — Większe, mniej przezroczyste i bardziej krępe formy. *Long. tot.* 1612 μ (1360 — 1865 μ); *long. set. dors. in ‰ long. corp.* 77 (65—89); *long. set. mai. ped. V par. in ‰ long. corp.* 61 (50—73); *quant. ov.* przeciętnie poniżej 20.

Cyclops (C.) vicinus Uljanin 1875.

Podobnie jak u *C. scutifer*, przednia część głowotułowia dość smukła nie zwęża się wydatnie ku tyłowi dzięki znacznej szerokości IV-go segmentu. Segment ten jest wydłużony na boki i ku tyłowi w postaci „skrzydełek“, podobnie jak to przedstawia rys. 1 (por. też rys. 7 i 8, str. 17, Koźmiński 1927); V segment tułowia zbudowany podobnie jak u *C. scutifer*, jednak zawsze znacznie węższy od IV-go. I segment odwłoka dość szeroki z przodu, zwęża się stopniowo ku tyłowi.

Uzbrojenie odnóży pływanych według typu bini; typy mieszane obserwowałem nadzwyczaj rzadko (1‰ wśród badanych ♀♀). Przypadki anomalii wynosiły u ♀♀ 1‰, u ♂♂ — 2‰.

1) Liczba przed nawiasem wyraża średnią arytmetyczną danej cechy, liczby w nawiasach określają granice, w których teoretycznie mieści się 95.5‰ osobników danej formy pod względem tej cechy.

Antenny I pary 16- lub 17-członowe; *limbus* zwykle wyraźny. Listewka chitynowa na grzbietowej stronie widełek furki naogół dobrze wykształcona. Spermatofory małe, nie wystają nigdy poza obręb segmentu genitalnego samicy.

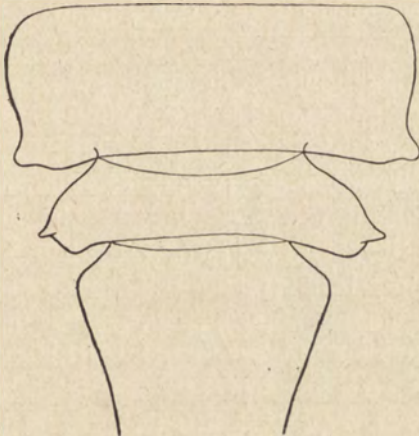
Long. tot. 1717 μ (1409—2024 μ). *Lat. IV s. cphth.* in $\frac{0}{100}$ *lat. mx. cphth.* 86 (80—92); *long. set. apic. int.* in $\frac{0}{100}$ *long. corp.* 190 (164—216); *long. set. apic. int.* in $\frac{0}{100}$ *long. set. apic. ext.* 227 (196—257); *long. furc.* in $\frac{0}{100}$ *long. corp.* 160 (141—178); *long. set. apic. med. int.* in $\frac{0}{100}$ *long. corp.* 313 (271—354).

Odmiana tego gatunku, *C. v. var. brachysmerinthos* Wierzbicka (1933) odznacza się krótszą najbardziej wewnętrzną szczecinią apikalną, dłuższą furką i dłuższymi środkowymi szczecinami apikalnymi. *Long. tot.* 1744 μ . *Long. set. apic. int.* in $\frac{0}{100}$ *long. corp.* 140; *long. set. apic. int.* in $\frac{0}{100}$ *long. set. apic. ext.* 171; *long. furc.* in $\frac{0}{100}$ *long. corp.* 171; *long. set. apic. med. int.* in $\frac{0}{100}$ *long. corp.* 393.

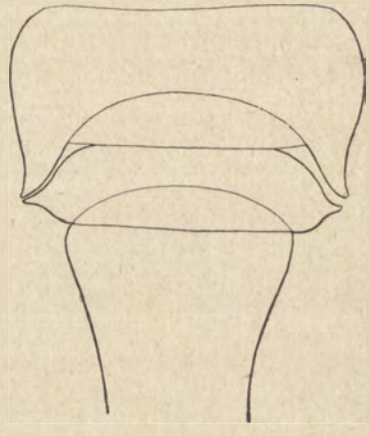
Cyclops (C.) abyssorum Sars 1862.

(Tabl. II)

Głowotułowie raczej krępe, stopniowo zwężające się ku tyłowi. IV segment tułowia węższy od III-go; jego dolne bocz-



Rys. 3.



Rys. 4.

Cyclops abyssorum.

ne części rozwinięte w postaci dobrze zazwyczaj wykształconych wyrostków, skierowanych na boki (rys. 3) lub ku tyłowi

(rys. 4). V segment wyciągnięty na boki w postaci ostro lub tępo zakończonych wyrostków. I segment odwłoka szeroki i krótki, nieznacznie i równomiernie zwęża się ku tyłowi.

Uzbrojenie nadzwyczaj smukłych odnóży pływanych według typu terni; przypadki uzbrojenia typu mieszanego rzadkie (u ♀♀ obserwowałem 4%). Anomalje u ♀♀ dochodziły do 4%.

Antenny I pary 17-członowe. *Limbus* i listewka chitynowa na furce wyraźne. Spermatofoory dość duże, nie przekraczają jednak granic segmentu genitalnego samicy.

Odwłok w porównaniu do głowotułowia nadzwyczaj krótki: *long. abd. in % long. cphth.* 36.5 (34.3—38.7); furka i najbardziej wewnętrzna szczecina apikalna bardzo długie: *long. furc. in ‰ long. corp.* 174 (159—190); *lat. furc. in % long. furc.* 12.3 (10.6—14.0); *long. tr. ult. ss. abd. in % long. furc.* 79 (70—87); *long. set. apic. int. in ‰ long. corp.* 195 (176—214). *Long. tot.* 2004 μ . (1765—2243 μ).

Cyclops (C.) tatricus Koźmiński 1932.

Ciało krępe i silnie zbudowane; pierwsze dwa segmenty głowotułowia potężnie rozwinięte zarówno w kierunku podłużnym, jak i bocznym. II segment tułowia tworzy charakterystyczne płyty boczne, odstające na boki, lub—częściej—opadające ku stronie brzusznej i obejmujące częściowo (zależnie od stopnia ściągnięcia II-go i III-go segmentów) III segment, który jest zawsze znacznie węższy od II-go (por. rys. 1—5, str. 15 i 17, Koźmiński 1927 oraz Tabl. V, Koźmiński 1932). Cecha ta występuje również u samców.—Budowa IV odcinka tułowia na znanym mi materjale przypomina w wysokim stopniu budowę III-go segmentu, t. j. nie wykazuje wyraźnie zróżnicowanych wyrostków bocznych, które—jeśli istnieją—skierowane są raczej ku tyłowi, niż na boki. Niemniej pewne dane wskazują, że segment ten bywa u niektórych populacyj tego, lub jakiegoś innego bardzo zbliżonego gatunku silnie rozszerzony, a nawet wyciągnięty na boki i ku tyłowi w postaci t. zw. skrzydełek (por. rys. 1, Baldi 1931, a także wzmianki o t. zw. formie litoralnej *C. strenuus* niektórych innych badaczy fauny jezior alpejskich: Schmeil 1893, Fuhrmann 1896/97, Burckhardt 1900, Zschokke 1900). V segment tułowia, niezbyt

szeroki, tworzy słabe ostre wyrostki. I segment odwłoka w przedniej części szeroki, zwęża się nieznacznie i równomiernie ku tyłowi.

Uzbrojenie odnóży pływanych według typu terni; odstępstw od tej reguły nie obserwowałem. Ilość zauważonych anomalij dochodziła u ♀♀ do 6⁰/o.

Anteny I pary 17-, niekiedy 16-członowe. *Limbus* i listewka chitynowa na furce wyraźne. Spermatofofy niewielkie, nie wystają nigdy poza obręb segmentu genitalnego samicy.

Odwłok w porównaniu do głowotułowia nadzwyczaj krótki: *long. abd. in* ^o/_o *long. cphth.* 34.8 (32.0—37.6). *Long. furc. in* ^o/_{oo} *long. corp.* 150 (134—166); *long. set. apic. int. in* ^o/_{oo} *long. corp.* 164 (141—188); *lat. furc. in* ^o/_o *long. furc.* 15.3 (13.7—16.9). *Long. tot.* 1702 μ (1353—2052 μ).

Cyclops (C.) bohater n. sp.

(Tabl. III)

Ciało grube i silnie zbudowane; pierwsze dwa segmenty głowotułowia bardzo szerokie, jednak pod względem stosunkowej długości słabiej rozwinięte, niż u *C. tatricus*. II segment tułowia — podobnie jak u *C. tatricus* — tworzy płyty boczne, opadające ku stronie brzusznej i ku tyłowi, lub płyty te silnie odstają na boki (rys. 5 i 6). Następne odcinki głowotułowia znacznie węższe od dwóch pierwszych. IV segment przypomina najczęściej budową swą III-ci (rys. 6), niekiedy tworzy jednak wyraźne wyrostki, zwrócone na boki lub ku tyłowi (rys. 5). V segment tułowia posiada na bokach silne, ostro zakończone wyrostki (rys. 5 i 6). I odcinek odwłoka, szeroki w części przedniej, nieznacznie i równomiernie zwęża się ku tyłowi.

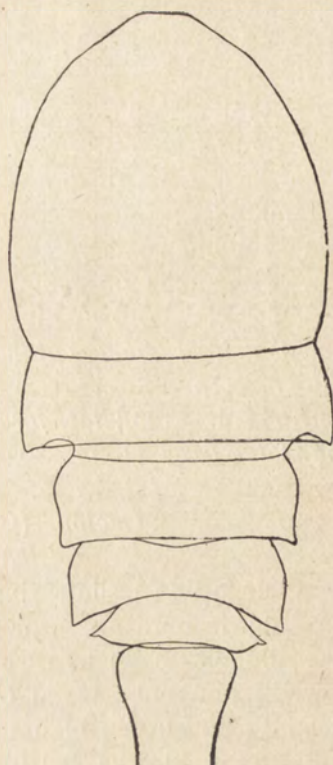
Uzbrojenie odnóży pływanych według typu terni; u samic nie obserwowałem typów mieszanych, u samców dochodziły one do 10⁰/o. Ilość obserwowanych anomalij wynosiła u ♀♀ 5⁰/o, u ♂♂—10⁰/o.

Anteny I pary 17-członowe, zupełnie wyjątkowo 18-członowe. *Limbus* i listewka chitynowa na furce wyraźne. Spermatofofy nieznane.

Gatunek ten osiąga największe rozmiary absolutne w rozpatrywanej grupie oczlików: *long. tot.* 2435 μ (2288—2583 μ). Z pozostałych cech ilościowych najbardziej charakterystyczna



Rys. 5.



Rys. 6.

Cyclops bohater.

jest stosunkowo ogromna długość szczecinki na pierwszym członku nóżek V-ej pary: *long. set. min. ped. V par. in* $\frac{1}{10}$ *long. set. mai ped. V par.* wynosi 81 (72—90); por. tabl. III.

Cyclops (C.) strenuus Fischer 1851.

subsp. *strenuus* Fischer.

Ciało grube, krępe i mało przezroczyste. Głowotułowiu równomiernie zwęża się ku tyłowi (II odcinek tułowia tworzy czasem niewielkie płyty boczne, przypominające odnośne utwory u *C. tatricus* i *C. bohater*). IV segment tułowia węższy od III-go posiada dobrze wykształcone wyrostki, skierowane na

boki lub ku tyłowi ciała. V segment uposażony w podobne, najczęściej tępe, wyrostki. I segment odwłoka, dość szeroki w części przedniej, zwęża się stopniowo ku tyłowi (por. rys. 11—13, str. 18, Koźmiński 1927).

Uzbrojenie odnóży pływanych u samic według typu terni; w badanym obfitym materiale napotkałem zaledwie 6% okazów o typie mieszanym i 4% anomalij. Inaczej rzecz się przedstawia niekiedy wśród samców; niektóre populacje tej formy zawierają samce o uzbrojeniu odnóży typu bini lub mieszanego. W zbadanym materiale znalazłem wśród samców 51% okazów o uzbrojeniu według typu terni, 25%—typów mieszanych, 24%—typu bini. Ilość anomalij u samców wynosiła zaledwie 1%.

Antenny I pary 17-członowe. *Limbus* i listewka chitynowa na furce dobrze widoczne. Spermatofoory małe, nie wystają nigdy poza obręb segmentu płciowego samicy.

Z cech ilościowych najbardziej charakterystyczna jest krótkość najbardziej wewnętrznej szczeciny apikalnej: *long. set. apic. int. in* ‰ *long. corp.* 116 (87—144); *long. set. apic. int. in* ‰ *long. set. apic. ext.* 140 (122—158). *Long. tot.* 1890 μ (1458—2322 μ). Forma ta odznacza się bardzo znaczną zmiennością swych cech ilościowych.

Cyclops (C.) strenuus Fischer 1851.

subsp. *vranæ* Koźmiński 1927.

Głowotułowiu stopniowo i równomiernie zwęża się ku tyłowi. IV segment tułowia zbudowany podobnie do III-go, t. zn. pozbawiony wyraźnych wyrostków bocznych. V odcinek tułowia tworzy słabe wyrostki, rozchodzące się na boki. I segment odwłoka dość szeroki w części przedniej zwęża się równomiernie ku tyłowi (por. rys. 6, str. 17, Koźmiński 1927).

Uzbrojenie odnóży pływanych według typu terni. Typów mieszanych ani anomalij nie spotykałem.

Antenny I pary 17-członowe. *Limbus* i listewka chitynowa na furce wyraźne. Spermatofoory niewielkie, nie wystają poza obręb segmentu płciowego samicy.

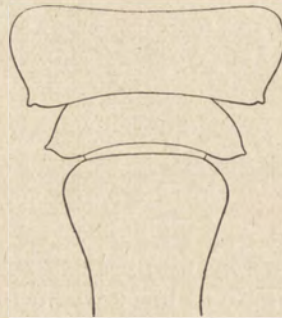
Long. tot. 1895 μ (1664—2125 μ); *long. set. apic. int. in* ‰ *long. corp.* 133 (120—146).

Cyclops (C.) strenuus Fischer 1851
 subsp. *landei*¹⁾ n. subsp.
 (Tabl. IV)

Głowotułowie w przedniej części dość grube i silnie zbudowane, gwałtownie zwęża się ku tyłowi. IV segment tułowia, szerszy w części przedniej, niż tylnej, posiada dobrze wykształcone wyrostki skierowane na boki lub ku tyłowi. V segment nadzwyczaj wąski, niewiele szerszy, niż I odcinek odwłoka, uposażony w małe wyrostki boczne. I segment odwłoka szeroki w części przedniej zwęża się nieznacznie i stopniowo ku tyłowi (rys. 7 i 8).



Rys. 7.



Rys. 8.

Cyclops strenuus subsp. landei.

Uzbrojenie odnóży pływanych u samicy według typu terni; typów mieszanych nie obserwowałem, ilość anomalii dochodziła natomiast do 12%. Wśród badanych populacji samce wykazały jednak przewagę uzbrojenia typu bini (por. wyżej *C. strenuus strenuus*); w całym badanym materiale znalazłem 52% samców o uzbrojeniu odnóży typu bini, 39% — typów mieszanych i zaledwie 9% — typu terni. Anomalii w uzbrojeniu nie obserwowałem natomiast u samców wcale.

Anteny I pary 17-członowe; *limbus* i listewka chitynowa na furce przeważnie wyraźne. Spermatofory niewielkie, nie wykraczają nigdy poza obręb segmentu płciowego samicy.

1) Adam Lande, przyrodnik polski, był jednym z nielicznych znawców *Copepoda* z końca ub. wieku, który właściwie oceniał specyficzność różnic między niektórymi formami oczlików z grupy *strenuus*.

Lat. IV s. cphth. in $\frac{0}{0}$ *lat. mx. cphth.* jest u formy tej wyjątkowo mała: 56 (49—63); *lat. V s. cphth. in* $\frac{0}{100}$ *long. corp.* 166 (152—181); *long. set. apic. int. in* $\frac{0}{10}$ *long. set. apic. ext.* 151 (135—168). *Long. tot.* 1514 μ . (1346—1681 μ).

Cyclops (C.) furcifer Claus 1857.

Głowotułowie dość grube i silnie zbudowane, jednak całe ciało robi raczej wysmukłe wrażenie dzięki smukłości odwłoka i bardzo znacznej długości furki. IV i V segmenty tułowia posiadają wyraźnie zróżnicowane wyrostki, skierowane na boki lub nawet nieco wygięte ku przodowi¹⁾. I odcinek odwłoka ma przeważnie bardzo charakterystyczny kształt: w części przedniej dość szeroki, segment ten zwęża się gwałtownie ku tyłowi i mniej więcej od połowy swej długości przyjmuje prawie cylindryczny kształt (por. rys. 14, str. 19, Koźmiński 1927). Cecha ta niezawsze jednak występuje tak wyraźnie.

Pod względem uzbrojenia odnoży pływanych gatunek ten wykazuje znaczną zmienność; w materiale moim pewną przewagę okazywał typ bini: wśród samic znalazłem 60 $\frac{0}{0}$ okazów typu bini, 8 $\frac{0}{0}$ typów mieszanych i 32 $\frac{0}{0}$ —typu terni; wśród samców było 63 $\frac{0}{0}$ okazów typu bini i 37 $\frac{0}{0}$ —typu terni. Anormalne uzbrojenie obserwowałem u 4 $\frac{0}{0}$ samic i 25 $\frac{0}{0}$ (!) samców mego materiału.

Anteny I pary 17-członowe, bardzo krótkie; *limbus* i listewka chitynowa na furce wyraźne. Spermatofory małe.

Furka nadzwyczaj długa i wązka: *lat. furc. in* $\frac{0}{10}$ *long. furc.* wynosi 10.9 (9.3—12.5). Najbardziej wewnętrzna szczecina apikalna nadzwyczaj krótka: *long. set. apic. int. in* $\frac{0}{100}$ *long. corp.* 106 (94—117); *long. set. apic. int. in* $\frac{0}{10}$ *long. set. apic. ext.* 121 (108—135). Środkowe szczeciny apikalne bardzo długie, przebiegają prawie równolegle. *Long. ant. I par. in* $\frac{0}{100}$ *long. corp.* wynosi zaledwie 449 (402—496). *Long. tot.* 1993 μ . (1829—2157 μ).

¹⁾ Według Kiefera (1927, 1929) V segment tułowia posiada u tego gatunku na stronie brzusznej charakterystyczne wyrostki chitynowe.

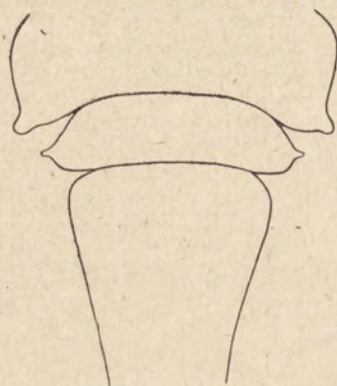
*Cyclops (C.) kolensis*¹⁾ Lilljeborg 1901.

(Tabl. V)

Ciało raczej wysmukłe; głowotułowiu równomiernie zwęża się ku tyłowi. IV i V segmenty tułowia uposażone w wyraźne małe wyrostki, skierowane na boki. I segment odwłoka wydłużony i nadzwyczaj smukły, nieznacznie i równomiernie zwęża się ku tyłowi (rys. 9 i 10).



Rys. 9.



Rys. 10.

Cyclops kolensis.

Uzbrojenie odnóży pływanych według typu bini; wśród samicy mego materiału znalazłem zaledwie 3% okazów typów mieszanych i 1%—typu terni, wśród samców—tylko 4% typów mieszanych. Ilość obserwowanych anomalii dochodziła u ♀♀ do 5%, wśród ♂♂ nie napotkałem osobników o uzbrojeniu anormalnym.

Anteny I pary 17-, zupełnie wyjątkowo 18-członowe. *Limbus* i listewka chitynowa na furce przeważnie dobrze wykształcone. Spermatofoory dość duże, najczęściej nieco wystają poza obręb segmentu płciowego samicy, jednak nie w tym stopniu, co u *C. scutifer* (por. tabl. V).

1) Opis oparty na egzemplarzach typowych Lilljeborga oraz na materiale z jezior Wigierskich.

6. Pierwsze dwa segmenty głowotułowia nadzwyczaj silnie rozwinięte zarówno w kierunku podłużnym jak i bocznym. *Long. tot.* 1702 μ (1353 — 2052 μ). *Long. abd. in* $\frac{0}{10}$ *long. cphth.* 35 (32—38). *Long. set. min. ped. V par. in* $\frac{0}{10}$ *long. set. mai. ped. V par.* 54 (46—63) *C. tatricus*
6. Pierwsze dwa segmenty głowotułowia nie tak silnie rozwinięte w porównaniu do reszty ciała. *Long. tot.* 2435 μ (2283 — 2583 μ). *Long. abd. in* $\frac{0}{10}$ *long. cphth.* 41 (37—45). *Long. set. min. ped. V par. in* $\frac{0}{10}$ *long. set. mai. ped. V par.* 81 (72—90) *C. bohater*
5. II segm. tułowia nie tworzy żadnych płatów i budową swą przypomina III segm. 7
7. IV segm. tułowia nie tworzy bocznych tylnych wyrostków i budową swą przypomina III segm. Uzbrojenie odnóży typu terni.
8. Ciało wysmukłe. V segm. tułowia niewiele szerszy od I s. odwłoka, wysmukły, w okolicy środkowej gwałtownie się zwęża i dalej ku tyłowi przebiega prawie cylindrycznie. Furka krótka. Kolec na drugim członku V nóżki drobny i delikatny *C. lacustris*
8. Ciało mniej smukłe: *lat. mx. cphth. in* $\frac{0}{100}$ *long. corp.* 340 (323—358). V segm. tułowia znacznie szerszy od I s. odwłoka, który jest dość szeroki w części przedniej i zwęża się równomiernie ku tyłowi. *Long. furc. in* $\frac{0}{100}$ *long. corp.* 148 (135—161). Kolec na drugim członku V-jej nóżki dość duży. *C. strenuus subsp. vranae*
7. IV segm. tułowia posiada dobrze wykształcone tylne wyrostki boczne, skierowane ku tyłowi, na boki, lub nawet zagięte nieco ku przodowi.
9. Najbardziej wewnętrzna szczecina apikalna b. długa: *long. set. apic. int. in* $\frac{0}{100}$ *long. corp.* 195 (176 — 214). Odwłok w porównaniu do głowotułowia krótki: *long. abd. in* $\frac{0}{10}$ *long. cphth.* 36.5 (34—39). Furka b. długa i wąska: *long. furc. in* $\frac{0}{100}$ *long. corp.* 174 (159—190) *C. abyssorum*
9. Najbardziej wewnętrzna szczecina apikalna krótsza: *long. set. apic. int. in* $\frac{0}{100}$ *long. corp.* wynosi najwyżej 138 (120—157)¹⁾. Odwłok dłuższy: *long. abd. in* $\frac{0}{10}$ *long. cphth.* wynosi najmniej 42 (38—45)²⁾ 10

1) U *C. kolensis*.2) U *C. strenuus strenuus*.

10. Furka b. długa i wąska: *lat. furc. in $\frac{0}{10}$ long. furc.* wynosi 10.9 (9.3—12.5). I segm. odwłoka w części przedniej rozszerzony w połowie swej długości zwykle gwałtownie zwęża się i dalej ku tyłowi przebiega prawie cylindrycznie. Najbardziej wewnętrzna szczecina apikalna niewiele dłuższa od najbardziej zewnętrznej: *long. set. apic. int. in $\frac{0}{10}$ long. set. apic. ext.* 121 (108—135). Środkowe szczeciny apikalne b. długie, przebiegają prawie równolegle. Uzbrojenie odnóży typu bini, terni lub mieszanego *C. furcifer*
10. Furka krótsza i szersza: *lat. furc. in $\frac{0}{10}$ long. furc.* wynosi najmniej 16.0 (12.6—19.4)¹⁾. I segm. odwłoka, mniej lub więcej szeroki w części przedniej, zwęża się równomiernie ku tyłowi.
11. Uzbrojenie odnóży typu bini. I segm. odwłoka smukły: *lat. mx. I s. abd. in $\frac{0}{10}$ long. I s. abd.* 88 (80—96). Furka b. krótka i szeroka: *lat. furc. in $\frac{0}{10}$ long. furc.* 20.4 (17.8—23.0) . *C. kolensis*
11. Uzbrojenie odnóży płynnych (u ♀♀) typu terni. 12
12. Głowotułowie ku tyłowi silnie zwężone; V segm. tułowia niewiele szerszy od I s. odwłoka. *Lat. IV s. cphth. in $\frac{0}{100}$ long. corp.* 199 (177—221); *lat. V s. cphth. in $\frac{0}{100}$ long. corp.* 166 (152—181); *lat. IV s. cphth. in $\frac{0}{10}$ lat. mx. cphth.* 56 (49—63). *Long. ant. I par. in $\frac{0}{100}$ long. corp.* 554 (511—577). Ilość jaj w torebce jajowej (*quant. ov.*) nie przekracza 30 *C. strenuus subsp. landei*
12. Głowotułowie nie tak silnie ku tyłowi zwężone; V s. tułowia znacznie szerszy od I s. odwłoka. *Lat. IV s. cphth. in $\frac{0}{100}$ long. corp.* 238 (213—264); *lat. V s. cphth. in $\frac{0}{100}$ long. corp.* 187 (158—216); *lat. IV s. cphth. in $\frac{0}{10}$ lat. mx. cphth.* 66 (61—71). *Long. ant. I par. in $\frac{0}{100}$ long. corp.* 488 (430—547). Ilość jaj w torebce jajowej (*quant. ov.*) przekracza niekiedy setkę *C. strenuus subsp. strenuus*

1) U *C. strenuus strenuus*.

II. Część ekologiczna.

1. Uwagi ogólne.

Gdy rozmieszczenie zwierząt dennych stało się podstawą do stworzenia szczegółowej systematyki jezior, gdy w obręb rozważań o typach jeziornych wciągnięte zostały bardzo liczne cechy hydrograficzne i fizyko-chemiczne wód, gdy za jedną z najbardziej znamienych cech zbiornika wodnego uznano właściwy mu jakościowy i ilościowy rozwój fitoplanktonu—za interesowanie limnologów zooplanktonem zdaje się w ostatnim dziesięcioleciu raczej słabnąć. Przeważa naogół opinia, że jakościowy skład zooplanktonu nie bywa zwykle dobrym wskaźnikiem limnologicznym, gdyż poszczególne jego składniki bądź odznaczają się znacznym eurytopizmem, bądź reagują zbyt silnie na pewne czynniki ekologiczne, nie mające zresztą większego wpływu na charakter zbiornika, przez co utrudniają w wysokim stopniu uchwycenie związku przyczynowego między ogólną gospodarką jeziora i charakterem jego zooplanktonu.

Nie kwestjonując naogół słuszności powyższego poglądu, pragnę jedynie podkreślić, że materiał, na którym został on oparty, z pewnością niezawsze był całkowicie wiarogodny, gdyż systematyka niektórych grup, wchodzących w skład zooplanktonu, nie stała niekiedy na wysokości swego zadania. Typowym przykładem takiej niedostatecznie opracowanej systematycznie grupy są oczliki, określane dotychczas przez większość planktologów jako *Cyclops strenuus* Fischer. Poważny dorobek ostatnich dziesięcioleci hydrobiologii, usiłującej rzucić światło na zagadnienie rozmieszczenia geograficznego, właściwości ekologicznych i występowania w czasie tego „gatunku”, musimy niestety uznać za zmarnowany w pewnej mierze, a niemożność uzyskania jakichkolwiek pozytywnych rozwiązań tego zagadnienia jest w świetle wyników nowszych badań systematycznych zupełnie zrozumiała.

Omówione w części I pracy niniejszej zjawisko dyferencjacji morfologicznej badanej grupy oczlików zyskuje szczególny ciężar gatunkowy, gdy uprzytomnimy sobie, że odpowiada mu pewne wyraźne zróżnicowanie ekologiczne. Na istnienie tego zróżnicowania zwracali już uwagę ci wszyscy, którzy zdołali właściwie ocenić różnorodność morfologiczną form, wchodzących w skład interesującej nas grupy.

W pracy niniejszej przedstawię przede wszystkim wyniki moich badań ekologicznych, przeprowadzonych w latach 1927—1930 na jeziorach Wigierskich; przy tej okazji uczyniona będzie próba krytycznego zestawienia najważniejszych danych ekologicznych, znajdujących się w literaturze¹⁾ i dających się odnieść do poszczególnych form badanej grupy oraz omówione zostanie pokrótce rozmieszczenie geograficzne tych ostatnich. Taki krytyczny przegląd naszych dotychczasowych wiadomości umożliwi—jak zobaczymy—wysnuć pewnych, niestety dość ogólnikowych, wniosków o ich wymaganiach ekologicznych, o ile jest to możliwe na podstawie badań nad populacjami, występującymi w naturze. Bardziej konkretnych i szczegółowszych odpowiedzi na te pytania będą jednak mogły udzielić dopiero przyszłe badania eksperymentalne.

2. Dane ekologiczno-zoogeograficzne.

Teren jezior Wigierskich przedstawia z punktu widzenia ekologii porównawczej zupełnie szczególną wartość ze względu na ogromną różnorodność występujących tu wód: na przestrzeni zaledwie około 100 km² reprezentowane tu są niemal wszystkie ważniejsze typy limnologiczne zbiorników wodnych, i to poczynając od wielkich i głębokich jezior, kończąc na drobnych wysychających młakach. Jak wynika z podstawowych prac Lityńskiego (1925, 1926) części centralne jeziora Wigierskiego, t. zw. plosa, mają charakter jeziora młodego o wielu cechach oligotroficznych; zupełnie inaczej przedstawiają się liczne zatoki tego jeziora, posunięte mniej lub więcej w kierunku eutroficznym, a także odrębne jeziora i jeziorka, otaczające w ilości kilkudziesięciu jezioro Wigry i reprezentujące środowiska o wysoce zróżnicowanych warunkach ekologicznych. Obok jezior, które zachowały w znacznym stopniu właściwości oligotroficzne (jez. Białe) spotykamy tu cały szereg większych i mniejszych zbiorników wodnych o różnym stopniu eu- względnie dystrofizacji; niemal wszystkie ważniejsze „spektra” limno-

¹⁾ Muszę zastrzec się, że uwzględnienie literatury przedmiotu nie będzie całkowicie wyczerpujące, obejmie jednak znaczną większość zasługujących na uwagę prac odnośnych.

logiczne Naumanna dadzą się tu prześledzić w różnych kombinacjach od politypu, przez mezo- do oligotypu, że wymienię tylko zawartość CaO, którego ilość waha się od przeszło 50 mg/l (Wigry i jeziora, pojone wodą źródlaną) do około 2 mg/l (t. zw. Suchary, niewielkie jeziora leśne o charakterze dystroficznym).

Na śródziejerzu wszystkich tych jezior, a także w wielu drobnych zbiornikach terenu żyją oczliki, należące do podrodzaju *Cyclops* w ilości 10 form (na ogólną ilość 14 znanych dotychczas). Wyjątek stanowi parę drobnych, skrajnie eutroficznych jeziorek, odznaczających się w miesiącach zimowych zupełnym lub prawie zupełnym brakiem tlenu pod lodem i ogólnym ubóstwem fauny zimowej; są to jeziora: Płociczne, Czarne pod Gawrychami i zapewne także Klonek.—Rzeczą szczególnie godną uwagi jest fakt, że rozmieszczenie poszczególnych form naszych oczlików w pozostałych zbiornikach terenu wykazuje, jak wynika z poniższych danych, dość wyraźną zgodność z ogólno-limnologicznymi właściwościami tych zbiorników.

Cyclops scutifer Sars.

Gatunek ten występuje na naszym terenie w dwóch odmianach, różniących się pod względem ekologicznym.

F. scutifer Sars jest na terenie jezior Wigierskich wyraźnie związana ze środowiskiem oligotroficznym. Stale, jakkolwiek zawsze niezbyt licznie trafia się ona na wszystkich trzech płaszczyznach Wigierskich, stanowiąc w okresie swego maximum niekiedy dość znaczny ilościowo składnik planktonu. Z innych jezior terenu występuje ona, i to dość licznie, jedynie w jez. Białem. Z bardziej zamkniętych zatok jez. Wigierskiego zamieszkuje nielicznie Wigierki (z wyjątkiem zat. Uklejowej), zat. w Ordowie i zat. Północną; do innych zatok trafia dość rzadko lub wręcz przypadkowo. Naogół więc liczebność kolonii *C. scutifer f. scutifer* maleje w kierunku od plos do zatok, co szczególnie wyraźnie daje się prześledzić w wydłużonej zatoce Wigierki.—Rozmieszczenie ekologiczne formy tej w jeziorach naszych świadczy o dość znacznym jej stenotopizmie; odmienny charakter i nieco większą amplitudę możliwości ekologicznych zdaje się ujawniać pokrewna

F. wigrensis Koźmiński, występująca tu głównie w wodach

umiarkowanie eutroficznych. Najdogodniejsze warunki masowego niekiedy rozwoju znajduje ona w zatokach: Uklejowej, w Ordowie i Północnej oraz w jeziorach Okragłem, Długiem i Mulicznym. Z wyjątkiem ostatniego, zlekka zdystrofizowanego, są to wszystko środowiska mniej lub więcej eutroficzne. Mniej licznie występuje *C. scutifer f. wigrensis* w zatokach: Wigierki między Bindugami, Wigierki-Powały, Krzyżacka, wypływu Hańczy i Klasztorna. Wreszcie w zat. Okuniowej oraz na wszystkich trzech płaszczyznach występowanie omawianej formy staje się rzadkie, prawie sporadyczne. Forma ta zdaje się unikać środowisk o silnie zaakcentowanych właściwościach limnologicznych; świadczy o tym jej brak z jednej strony w dystroficznych (Suchary i Ślepaki) i wybitnie eutrofizowanych wodach (jeziora: Leszczówek, Staw, Rzepiskowe, Krusznik, Mulaczysko, Czarne pod Bryzglem i Omołówek; zatoki Wigier: pod Sawkową Górą, Podwigry, Magdalenowo, Stelmachowizna), z drugiej zaś w oligotroficznym jeziorze Białem. Sporadyczne raczej pojawianie się formy tej na oligotroficznym płaszczyźnie Wigier należy prawdopodobnie tłumaczyć rozczłonkowaniem tego jeziora i związanym z tym bardzo różnym charakterem poszczególnych jego części, wpływających wzajemnie na siebie i zacierających różnice, zwłaszcza odnoszące się do planktonu.

Jak wynika z uwag powyższych, *C. scutifer* jest w Polsce formą eulimnetyczną, występującą w jeziorach oligotroficznym i umiarkowanie eutroficznych. Dane zawarte w literaturze są naogół zgodne z powyższą charakterystyką ekologiczną tego gatunku. W Norwegii, skąd Sars (1862) opisał go poraz pierwszy, występuje on w planktonie bardzo wielu większych jezior, również i górskich do granicy wiecznego śniegu (Sars 1918, Münster Ström 1930, 1931). W Szwecji według Lilljeborga (1901) *C. sc.* zamieszkuje cały szereg jezior, według Ekmana (1904) zaś jest najczęstszym widłonogiem gór półn. Szwecji, gdzie występuje nie tylko w jeziorach, ale i w drobnych zbiornikach do krainy porostów włącznie. Cały szereg ważnych danych ekologicznych znajdujemy w pracy Rylova (1918), który podaje *C. sc.* z Rosyjskiej Laponji i Murmanu¹⁾; w krajach tych żyje

1) Obecność omawianego gatunku w krajach tych była już według Rylova (1918) notowana przedtem przez Richard'a (1889) i Levander'a (1905).

on pelagicznie i jest dość rozpowszechniony. Z innych krajów północnych, będących ojczyzną *C. sc.*, wymienić należy jeziora Nowej Ziemi (Ekman 1923, Gorbunow 1925), kraj Jana w półn. Syberji (Sars 1898) oraz Kanadę, skąd podał go Willey (1923, cyt. według Kiefera 1931) oraz Marsh¹⁾ (1920), który określa go, jako „the most common form of *Copepoda*”. Rylov (1918) wymienia jeszcze ponadto Grenlandję i Islandję, a Kiefer (1929) — środkową Rosję, nie znam jednak źródeł, na których te dane są oparte. Z krajów bardziej na południe wysuniętych jedynie w Polsce był *C. sc.* już parokrotnie notowany (Koźmiński 1927, Bowkiewicz 1928, Adlerówna 1929, Bowkiewicz 1930) jako składnik planktonu jezior Suwalskich i Wileńskich; alpejskie („*C. strenuus* pelag. Varietät” Schmeil 1893, Fuhrmann 1896/97, Zschokke 1900) i tatrzańskie („*C. brevicaudatus*” Wierzejski 1883) stanowiska tego gatunku stoją bowiem wciąż pod znakiem zapytania. Wprawdzie Schmeil (1893) miał możliwość porównać swoje materiały z jezior alpejskich z nadesłanymi mu przez Sarsa egzemplarzami *C. sc.* i utrzymywał, że forma z Lünensee jest z nim identyczna, niemniej Brehm (1908), który miał również materiał porównawczy z Laponji od Ekmana, pisze wyraźnie: „ich habe diese habituell bemerkenswerte Art noch nicht in den Seen unserer Alpen gesehen”.

Jakie czynniki ekologiczne wpływają decydująco na występowanie *C. sc.* trudno dziś osądzić. Rozmieszczenie geograficzne²⁾ tego gatunku, wybitnie północne i cyrkumpolarne, nasuwało przypuszczenie, że jest to forma stenotermiczna, zimnowodna (Ekman 1904, Rylov 1918). Przeczy temu jednak występowanie jej w jeziorach Polski, ograniczone w zasadzie do miesięcy letnich (por. niżej, rozdz. 3).

1) Autor ten określił posiadane oczliki jako „*C. strenuus*”, podał jednak rysunki, umożliwiające identyfikację z *C. scutifer*.

2) Jest rzeczą dziwną, że gatunek ten nie był dotychczas notowany w Niemczech; jego występowanie w jeziorach Prus Wschodnich wydaje mi się więcej niż prawdopodobne, być może jednak, że nie dociera on rzeczywiście dalej na zachód. Tak np. Rzóśka (1930) nie znalazł go już w jeziorach Poznańskich.

Cyclops vicinus Uljanin.

Gatunek ten, rozpowszechniony w wielu krajach Europy i Azji, występuje w Polsce w dwóch formach. Forma typowa jest bardzo częstym składnikiem planktonu eutroficznych jezior Polski zachodniej (np. jez. Bytyńskie, Rzóska 1925, 1930) oraz stawów i sadzawek parkowych Polski środkowej, a więc zbiorników naogół również wybitnie eutroficznych (Gajl 1924, Koźmiński 1927, Wierzbička 1933). Według Rzóskei (l. c.) jednak forma ta występuje w Wielkopolsce nie tylko w jeziorach, lecz również i w drobnych zbiornikach słonawych w okolicy Inowrocławia. Fakt ten budzi szczególne zainteresowanie, gdyż i inni badacze zwracali uwagę na występowanie *C. v.* w wodach oligohalinowych (por. np. Redeke 1932). — Odmiana tego gatunku, *var. brachysmerinthos* Wierzbička, była po raz pierwszy notowana w Polsce przez Rzóskeę (1925, 1930), który spotykał ją w drobnych zbiornikach wodnych (nie słonawych); dane o ekologii tej formy w okolicach Warszawy, opublikowane przez Wierzbičką (1933), wskazują na występowanie jej, podobnie jak i formy typowej, w sadzawkach parkowych. Jest rzeczą szczególnie jednak interesującą, że według autorki tej *C. v. brachysmerinthos* występuje w litoralu jez. Czerniakowskiego.

Jeziora Wigierskie, odznaczające się tak bogatą fauną oczlików grupy *strenuus*, nie są siedliskiem liczniejszych kolonij omawianego gatunku. Forma typowa nie pojawia się tu wcale, *var. brachysmerinthos* Wierzb. występuje rzadko i zawsze bardzo nielicznie¹⁾; stosunkowo najliczniejsza kolonja tej odmiany została stwierdzona w jez. Leszczówek, zbiorniku najbardziej typowo eutroficznym na terenie Wigierskim. Poza to formę tę stwierdziłem w jez. Rzepiskowem, również niewątpliwie silnie zeutrofizowanym, oraz w dwóch jeziorkach grupy Perciańskiej, mało pod względem limnologicznym poznanych (Białe Perciańskie i Królówek). Pojedyncze egzemplarze napotkane ponadto w zat. Uklejowej Wigier zdają się świadczyć o nieudatnych dotychczas próbach opanowania bardziej zeutrofizowanych zatok jeziora Wigierskiego przez *C. vicinus var. brachysmerinthos*.

1) Być może w litoralu niektórych jezior występują liczniejsze kolonje tej odmiany, wyraźnych obserwacji w tym kierunku jednak brak.

Sądząc z dość licznych zawartych w literaturze danych *C. v.* jest formą o znacznych możliwościach ekologicznych. Prócz jezior eutroficznych, stawów oraz drobnych zbiorników słodkowodnych i słonawych, o których była mowa wyżej, zamieszkuje on również wody bieżące o słabym prądzie (Siewerth 1927, Markowsky & Miroschnitschenko 1927, Redeke 1932), a także wody źródlane (Beyer 1932). Zasięg geograficzny wydaje się bardzo znaczny, jakkolwiek niewszystkie dane poniższe można uważać za zupełnie pewne. Z krajów europejskich prócz Polski ma on być mniej lub więcej częsty w Anglii (Lowndes 1928, Gurney 1928/29), w Szwecji (Lilljeborg 1901, Ekman 1907), w Niemczech (Vosseler 1886, Schmeil 1892, Klie 1928, Beyer 1932), w Holandji (de Lint 1922, Redeke 1932), w Rosji (Rylov 1915, Charin 1925, Rylov 1926, Boldyrewa 1926, Rossolimo 1928) i na Ukrainie (Siewerth 1927, 1929, Markowsky & Miroschnitschenko 1927, Sinitza 1929, Miroschnitschenko 1930). Dość dziwny jest brak danych o występowaniu *C. v.* w Norwegii (Sars 1918), choć w Szwecji ma on być pospolity. Najbardziej na północ wysunięte stanowiska tego gatunku to Wyspy Niedźwiedzie (Lilljeborg 1901) i wyspa Kołgujew (Zykov 1904, cyt. według Gurney 1921 i Rylov 1928). O wiele więcej mamy danych o występowaniu *C. v.* na wschodzie i południu, nie wyłączając krajów o gorącym klimacie, jak np. Mezopotamja (Gurney 1921). Sars (1903) notuje stanowiska w Mongolji i w delcie rz. Wołgi, Brehm (1909) w okolicach Szanghaju, Rylov (1928) na Kaukazie i w Persji, Uljanin (1875) i v. Douwe (1905) w Turkiestanie. Wreszcie istnieje też wzmianka Wereschtschagina (1923) o rzekomem występowaniu *C. v.* w jez. Kara-Kul (4000 m n. p. m.) w Pamirze. Jak wynika z powyższego zestawienia bardzo wiele punktów palearktyki zostało w literaturze wymienionych. Co się tyczy Ameryki Północnej, istnieje wzmianka Marsh'a (1920) o występowaniu „*C. vicinus*” w Kanadzie, wydaje mi się jednak prawdopodobniejsze, że był to *C. kolensis* (por. niżej).

Cyclops abyssorum Sars.

Tworzy na terenie jezior Wigierskich liczniejsze kolonje w jeziorach Okrągłym, Długim, Mulicznym, Czarnym pod Bryzglem i w zat. Uklejowej Wigier, mniej liczne—w niektó-

rych innych zatokach Wigier (zat. Północna, zat. za Ostrowem). Są to środowiska o charakterze mniej lub więcej eutroficznym, niektóre wykazują również pewne nieznaczne rysy dystroficzne. Należy jednak zwrócić uwagę, że *C. a.* nie zamieszkuje środowisk silniej zeutrofizowanych (Staw, Leszczówek) i zachowuje się pod tym względem podobnie do *C. scutifer f. wigrensis*, z którym często występuje razem. Podczas gdy jednak ten ostatni ujawnia znaczną wytrzymałość na warunki oligotroficznego środowiska, *C. a.* unika najwidoczniej bardziej otwartych zatok Wigier i nie trafia się wcale na płosach. Amplituda jego możliwości ekologicznych jest zatem mniejsza, niż *C. scutifer f. wigrensis*.—*C. abyssorum* występuje w planktonie jezior Wigierskich przeważnie w ilości nieznacznej; być może, jest on liczniejszy w warstwach wody, położonych nad samym dnem.

W Polsce gatunek ten był już notowany ze znakiem zapytania przez mnie (Kožmiński 1927) z jezior Wigierskich i przez Bowkiewicza (1928) z jez. Krzyżaki pod Wilnem. Ponadto Rzóska (1930) podał go pod nazwą „*C. strenuus* K I” z jez. Kierskiego pod Poznaniem.

C. abyssorum był w literaturze niejednokrotnie wspomniany; niestety większość tych danych budzi pewne wątpliwości wobec istnienia nieodróżnianych dotychczas form pokrewnych (*C. taticus*, *C. bohater*). Ograniczę się do omówienia tych danych z literatury, które zdają się rzeczywiście dotyczyć omawianego gatunku.—Sars (1918), który opisał go poraz pierwszy z jezior norweskich, stwierdza, że *C. a.* występuje jedynie w większych głębokościach, w pobliżu dna; podobną opinię wypowiadają Brady (cyt. według Sarsa 1918) i Lowndes (1928) w odniesieniu do jezior Anglii oraz Lilljeborg (1901) i Ekman (1907) dla jezior Szwecji. Również Münster Ström (1932) określa go na podstawie swych badań nad jez. Tyrifjord w Norwegii jako „a cold water semipelagic bottom form” o małych wymaganiach tlenowych. Niestety brak dotychczas szczegółowych danych o rozmieszczeniu pionowym *C. a.* w jeziorach Polski.—Zanotować należy, że według Lowndes’a (1928) gatunek ten znosi zmiany w koncentracji jonów wodorowych w granicach od 6.2 do 7.3 pH.

Co się tyczy rozmieszczenia geograficznego *C. a.*, to prócz krajów skandynawskich, Anglii i Polski, występuje on zdaje się

jeszcze w Finlandji (Nordquist 1886) i w Azji środkowej (Sars 1918). Dane z Francji (Le Roux 1907/08) i ze Szwajcarii (Hofsten 1912), a w jeszcze większym stopniu dane rosyjskich autorów wymagają bezwzględnie sprawdzenia. Zwłaszcza wysoko-górskie, a także drobnozbiornikowe i studzienne stanowiska *C. abyssorum* wydają się w świetle dotychczasowej znajomości jego ekologii zupełnie nieprawdopodobne.

Cyclops tatricus Koźmiński.

W Polsce występuje tylko w jeziorach Tatr Wysokich (Koźmiński 1927), gdzie jest, sądząc z danych Minkiewicza (1917), bardzo rozpowszechniony; jego zasięg pionowy obejmuje tam 1404—2124 m, żyje głównie na śródziejerzu, ale spotyka się też i przy brzegach. Dość często bywa czerwono zabarwiony w sposób charakterystyczny dla mikrofauny jezior górskich.

Prócz stanowisk tatrzańskich miałem możność podać dwa jeziora Alp szwajcarskich (Koźmiński 1927) oraz jez. Lunz (Lunzer Untersee) w Austrii Dolnej (Koźmiński 1932) jako siedliska tego gatunku. *C. tatricus* jest jednak zdaje się bardzo pospolity w jeziorach alpejskich, gdyż zapewne do tego gatunku odnoszą się wszystkie dane o t. zw. formie litoralnej „*C. strenuus*” (Schmeil 1893, Fuhrmann 1896/97, Burckhardt 1900, Zschokke 1900 i w. in.). Ostatnio Baldi (1931, 1931a) podał go¹⁾ z kilku jezior południowych stoków Alp.—Zidentyfikowanie „*C. strenuus*” z jez. Lunz z *C. t.* pozwala odnieść do tego ostatniego gatunku nadzwyczaj cenne dane ekologiczne, zawarte w pracy Ruttnera (1929/30). Dane te dotyczą występowania ilościowego w czasie i rozmieszczenia pionowego *C. t.* w jez. Lunz.

C. tatricus jest jedynym napewno stwierdzonym reprezentantem oczlików grupy *strenuus* w jeziorach górskich Alp i Tatr; ponieważ obecności jego nie udało się dotychczas stwierdzić na równinach (najniżej położone stanowisko w jez. Lunz: 607

¹⁾ Autor ten określił swoje oczliki jako „*C. strenuus*”; opis i rysunki zawarte w tych pracach pozwalają jednak zidentyfikować formę Baldi’ego z *C. tatricus*.

m n. p. m.), należy przypuszczać, że wymagania ekologiczne tego gatunku są ściśle ograniczone do warunków właściwych jeziorom górskim.

Co do innych obszarów górskich, badanych pod względem hydrobiologicznym, to wiemy już, że w górach półwyspu Skandynawskiego żyje *C. scutifer*, i to na dość znacznych wysokościach. Ekman (1904) podaje jednak dla gór półn. Szwecji, prócz *C. scutifer*, również i „*C. strenuus*“, którego „2 Cephalothoraxsegment ragte immer seitwärts mehr hervor als die anderen“. Cecha ta, tak charakterystyczna dla *C. t.* (p. wyżej str. 104), musiała szczególnie uderzyć autora, gdyż pozatem nie notuje on prawie żadnych innych danych morfologicznych. Wydaje mi się rzeczą dość prawdopodobną, że *C. strenuus* Ekman (1904) odpowiada *C. tatricus*. Forma ta ma być w górach półn. Szwecji nieczęsta, ale występuje we wszystkich trzech krainach górskich, gdzie zamieszkuje śródmiejsze i strefę przybrzeżną jezior oraz drobne zbiorniki, odznaczające się niskimi temperaturami.

Zapewne większość, jeśli nie wszystkie dane o występowaniu rzekomo „prawdziwego” *C. strenuus* lub „*C. abyssorum*” w jeziorach górskich Pirenejów, Alp i, być może, Kaukazu, a nawet Pamiru, odnoszą się w rzeczywistości do *C. tatricus*.

Cyclops bohater n. sp.

C. b. posiada na terenie jezior Wigierskich trochę podobne upodobania ekologiczne do *C. abyssorum* z pewnym przesunięciem jednak w kierunku oligotroficznym. Obecność jego stwierdziłem w wielu zatokach jeziora Wigry (Uklejowa, Wigierki, w Ordowie, za Ostrowem, Krzyżacka, pod Sawkową Górą, wypływu Hańczy, Północna), wśród których znajdują się i pozostające pod dużym wpływem oligotroficznych plos, a także —co jest szczególnie znamienne—na plosie Północnem w pojedynczych wprawdzie egzemplarzach. Z jezior naszych zamieszkuje on dość licznie jez. Okrągłe, pozatem mniej licznie znajduje się w jez. Długiem i Mulicznym, a niekiedy trafia się w jez. Rzepiskowem. Jak wynika z powyższego zestawienia możliwości ekologiczne *C. b.* są większe, niż *C. abyssorum*, jakkolwiek predylekcja do zbiorników umiarkowanie eutroficznych jest wyraźna.

Gatunek omawiany, podobnie jak *C. abyssorum*, występuje w planktonie przeważnie w ilości nieznaczej; sądząc z jego cech morfologicznych, możnaby podejrzewać go o przywiązanie do przydennych środowisk, wyraźnych obserwacji w tym kierunku jednak brak.

O rozmieszczeniu i ekologii tego świeżo opisanego gatunku oczywiście brak w literaturze danych. Być może, odnoszą się do niego uwagi Hofstena (1912) o „*C. strenuus f. abyssorum*”, ponieważ jednak przypuszczenie to oparte jest na bardzo wątpliwych podstawach, nie będę się nad tem zatrzymywał.

Cyclops lacustris Sars.

Znany dotychczas tylko z Norwegji (Sars 1918, Münster Ström 1932) i Szwecji (Lilljeborg 1901). Zarówno Sars, jak i Münster Ström, którzy badali jego ekologję w jeziorach Mjösen i Tyrifjord, określają *C. l.* jako formę typowo pelagiczną, żyjącą blisko powierzchni wody. Lilljeborg łowił go na nieznacznych głębokościach głównie w jeziorach Szwecji zachodniej.

Cyclops strenuus subsp. strenuus Fischer.

Bardzo charakterystyczny dla fauny drobnych, zwłaszcza wysychających latem zbiorników, w których w porze maksymalnego rozwoju występuje niekiedy w ogromnych masach. Prócz drobnych zbiorników pojawia się czasem, ale zwykle nie-licznie, w stawach, sadzawkach parkowych i t. p.; dane o występowaniu tej formy w litoralu jezior właściwych (por. Lilljeborg 1901, Rzöska 1930, Münster Ström 1932) wymagają mo-
jem zdaniem sprawdzenia.

Wbrew uparcie powtarzanym twierdzeniom forma ta zdaje się nie występować nigdy w planktonie jeziornym; również niejednokrotnie wysuwane przypuszczenie o jej stenotermizmie nie znajduje potwierdzenia: przeczy temu znalezienie *C. str. strenuus* w drobnych zbiornikach okolic Jerozolimy (Kiefer 1930) i Damaszku (Marsh 1926). Należy raczej przypuszczać, że jednym z czynników ekologicznych, decydujących o jego rozmieszczeniu, jest chemizm wody, jakkolwiek na zawartość NaCl

w wodzie jest on, jak wynika z licznego pojawu w drobnych zbiornikach słonawych okolic Ciechocinka (Kozłmiński 1927), mało wrażliwy.

Na terenie jezior Wigierskich nie udało się stwierdzić obecności *C. str. str.* w żadnym jeziorze, mimo że zamieszkuje on bardzo licznie drobne zbiorniki, często położone w bliskim sąsiedztwie jezior. Podobne wskazówki znajdujemy u innych autorów, badających te stosunki w Polsce środkowej (Gajl 1924, Kozłmiński 1927) i zachodniej (Rzóska 1925, 1927, 1930).

Rozmieszczenie geograficzne *C. str. str.* zdaje się być bardzo obszerne, jakkolwiek większość danych o „*C. strenuus*“ budzi poważne wątpliwości z powodów wielokrotnie już wyjaśnianych. Prócz stanowisk w Polsce, za dostatecznie pewne, jak mi się zdaje, można uznać przynajmniej następujące dane o krajach europejskich: Rosja północna i środkowa (Fischer 1851, Rylov 1921, Dementiewa 1927), Ukraina (Siewerth 1927, 1929), Niemcy (np. Beyer 1932), Holandia (de Lint 1922), Irlandja (Gurney 1921), Norwegja (Sars 1918), Szwecja (Lilljeborg 1901). Dane o występowaniu na dalekiej północy (Wyspa Niedźwiedzia, Spitzbergen) wymagałyby sprawdzenia, natomiast zdaje się nie ulegać kwestji, że *C. str. str.* dociera dość daleko na południe (Marsh 1926, Kiefer 1930) a także, być może, na wschód (Rylov 1925).—Wszyscy wymienieni autorowie podkreślają drobnozbiornikowy charakter stanowisk tej formy, zgodnie z podaną wyżej jej charakterystyką ekologiczną.

Cyclops strenuus subsp. vranae Kozłmiński.

Forma ta, podana przeze mnie (Kozłmiński 1927) poraz pierwszy z wyspy Cherso (Ałdrjatyk), gdzie występuje licznie w planktonie śródzieliornym jeziora Vrana (por. też Parenzan 1928), jest zapewne rozpowszechniona w wielkich, głębokich i nisko nad poziomem morza położonych jeziorach Włoch, a może i całej Europy południowej. Według wszelkiego prawdopodobieństwa jest to mianowicie ta sama forma, którą Baldi (1924) opisał z lago di Lario. Nie jest również rzeczą wykluczoną, że opisana przez Losito (1904) z lago di Bracciano odmiana *C. strenuus* (*var. laevis*) jest omawianej formie dość bliska, jakkolwiek opis tej autorki zawiera pewne cechy, których subsp. *vranae* nie posiada.

Cyclops strenuus subsp. landei n. subsp.

Forma ta na terenie jezior Wigierskich wykazuje nadzwyczaj swoiste właściwości ekologiczne: reprezentuje mianowicie podrodzaj *Cyclops* s. str. w zupełnie odrębnej pod względem limnologicznym grupie jezior, nie zamieszkiwanej pozatem przez żadną inną z omawianych przez nas form. Jeziorka te, t. zw. Suchary i Ślepaki (5 Sucharów w lesie między plosem Zachodniem i zat. Hańczańską Wigier, Suchar Krzyżacki, Mozguć i 2 Ślepaki w okolicy jeziora Krusznik), o głębokości nie przekraczającej 8 m, odznaczają się wielu cechami zbiorników dystroficznych. W przeciwieństwie do wszystkich innych jezior woda ich zawiera minimalne ilości rozpuszczonych soli, wśród których zwłaszcza ubóstwo soli wapiennych jest uderzające, natomiast występują w niej stosunkowo znaczne ilości substancyj humusowych. Odrębny chemizm wody tych jezior, a także zapewne odmienne warunki hydrograficzne i fizyczne czynią środowisko to niedostępnym dla wielu gatunków zwierzęcych i roślinnych, pospolitych w innych jeziorach naszych; rozwija się tu zato zupełnie swoista flora i fauna, której jednym z przedstawicieli jest również *C. str. landei*, żyjący dość licznie na śródziejerzu tych zbiorników. Ponieważ forma ta nie występuje pozatem w żadnym innym zbiorniku badanego terenu, należy przypuszczać, że byt jej jest ściśle związany z pomienionym zespołem warunków, innemi słowy, jest to forma stenotopowa. Być może, że jednym z czynników, regulujących występowanie *C. str. landei* jest ubóstwo soli wapiennych, podobnie jak u wioślarki, *Holopedium gibberum*, pojawiającej się również jedynie w tych jeziorkach.

C. strenuus landei nie był dotychczas wyróżniany jako odrębna forma przez innych autorów. O jego rozmieszczeniu geograficznym i upodobaniach ekologicznych w innych krajach pouczą nas zapewne dalsze badania nad planktonem jezior dystroficznych.

Cyclops furcifer Claus.

Gatunek ten znany jest wyłącznie z drobnych, przeważnie perydycznych zbiorników wodnych, jak rowy przydrożne, rozlewiska rzeczne, niewielkie młaki itp., w których występuje

często razem z *C. strenuus strenuus*. W Polsce dość częsty, zarówno na terenie Wigierskim (nigdy jednak w jeziorach), jak też w okolicach Warszawy (Kožmiński 1927) i Poznania (Rzóska 1930).

Dane różnych autorów z innych krajów potwierdzają najzupełniej scharakteryzowane wyżej upodobania ekologiczne *C. f.* — Według Lowndes'a (1926) koncentracja jonów wodorowych w wodach zamieszkiwanych przez ten gatunek waha się od 6.6 do 8.2 pH.

Z krajów europejskich, prócz Polski, znamy go z Anglii (Lowndes 1926, 1927, 1928, 1932), ze Szwecji (Lilljeborg 1901), z Francji (Roy 1932), z Niemiec (Claus 1857, 1863; Hartwig 1899, 1901), z Węgier i z Rosji (Kiefer 1927). Sądząc z opisu Rylova (1925), zdaje się on występować również na Dalekim Wschodzie, w okolicach m. Nikolska.

Cyclops kolensis Lilljeborg.

Na terenie Wigierskim jest to najbardziej rozpowszechniona forma jeziorna, gdyż nie zamieszkuje zupełnie tylko dwóch grup jezior o bardzo skrajnym typie limnologicznym: 1) jeziorek dystroficznych, będących siedliskiem *C. strenuus landei* i 2) skrajnie zeutrofizowanych zbiorników, o których wspomniałem na początku rozdziału, że nie są zamieszkiwane przez żadną formę z naszej grupy oczlików.

Najdogodniejsze warunki rozwoju znajduje *C. k.* w najbardziej oddalonych od plos zatokach Wigier (np. Uklejowa) i w mniejszych jeziorach grupy Wigierskiej (Leszczówek, Staw, Okrągłe, Długie, Muliczne, Czarne pod Bryzglem, Mulaczysko, Krusznik, Rzepiskowe), a więc w środowiskach podobnych do zamieszkiwanych przez *C. scutifer f. wigrensis*, jednak z bardzo wyraźnym przesunięciem w kierunku eutroficznym. W jeziorach tych *C. k.* występuje jako forma pelagiczna niekiedy bardzo licznie, stanowiąc główny składnik planktonu zwierzęcego. Części Wigier, pozostające pod wpływem oligotroficznych plos (np. niektóre zatoki plosa Północnego) są siedliskiem o wiele mniej dogodnym dla omawianej formy, której występowanie staje się coraz mniej liczne w kierunku od zatok do plos, aby wreszcie w częściach centralnych Wigier, a także w jez. Białem,

stać się sporadycznym. Zjawisko to widać bardzo wyraźnie w zat. Wigierki, której człon zachodni — zat. Uklejowa — jest miejscem bujnego rozwoju *C. k.*, część wschodnia — zat. Okuniowa — głęboka i ściśle zespolona z otwartymi częściami jeziora, zawiera tylko nieliczną i niezawsze rozwijającą się kolonję tego gatunku, części zaś łączące te dwie zatoki wykazują stosunki pośrednie.

W pewnej sprzeczności z tem pozostaje znalezienie dość licznej kolonji *C. k.* w jez. Perty, dużym i głębokim zbiorniku wodnym, oraz stwierdzenie jego obecności w wysoce oligotroficznym jez. Hańcza (por. Koźmiński 1932^a). Jezioro Perty jednak pod względem swej fauny planktonowej zdaje się wogóle zbliżać raczej do eutroficznych zbiorników wigierskich, znalezienie zaś kilku okazów *C. k.* w jedynej będącej do dyspozycji zimowej próbce planktonu z jez. Hańcza nie dowodzi, że forma ta występuje tam stale i licznie.

Sądząc z rozmieszczenia na omawianym terenie, *C. k.* nie jest formą wymagającą pod względem tlenowym. Dowodzi tego nie tylko predylekcja do środowisk eutroficznych, ale także i rozmieszczenie pionowe. W zat. Uklejowej w okresie całkowitej stagnacji zimowej (luty — marzec) występuje on licznie w naddennej warstwie wody (20 — 25 m), gdzie ilość tlenu rozpuszczonego w wodzie spada w tym okresie prawie do zera (Lityński 1926). Sole wapienne, rozpuszczone w wodzie, nie hamują rozwoju *C. k.*, lub może nawet sprzyjają mu, jak tego dowodzi bujny rozkwit omawianej formy w jez. Staw, o wybitnie twardej wodzie. Również umiarkowana ilość substancji humusowych zdaje się nie wpływać nań ujemnie: występuje wszak dość licznie w zlekka zdystrofizowanych jeziorach Mulicznem i Czarnem pod Bryzglem.

O upodobaniach ekologicznych *C. k.* w innych krajach wiemy niestety bardzo mało, gdyż forma ta — mimo zupełnie dobrego opisu Lilljeborga (1901) — została następnie całkowicie zapomniana i zignorowana nawet w takich monograficznych zestawieniach, jak prace Sarsa (1918) i Kiefera (1929). — Lilljeborg (1901) podał *C. k.* z jez. Pieresjaur (półwysep Kola) oraz z całego szeregu jezior środkowej i południowej Szwecji, w których żyje jako forma pelagiczna na nieznacznych głębokościach.

Poza stanowiskami Lilljeborga jedynie Polska¹⁾ jest krajem, skąd mamy pewne dane o występowaniu *C. kolensis*. Prócz jezior Suwalszczyzny zamieszkuje on również przynajmniej niektóre jeziora Poznańskie (jez. Kiekrz, Rzóska 1930).

Muszę tu wspomnieć o dwóch autorach, którzy jak się zdaje, mieli do czynienia z *C. k.*—Olofsson (1918) podaje rysunek oczlika ze Szpicbergu (Spitzbergen), który pod względem pokroju swego najzupełniej odpowiada *C. k.*; mimo, że opis tego autora jest wysoce bałamutny i nie potwierdza tego przypuszczenia, wydaje mi się ono w świetle znanego rozmieszczenia geograficznego omawianej formy dość prawdopodobne.—Ciekawsze pod względem zoogeograficznym byłoby potwierdzenie przypuszczenia, że „*C. vicinus*” Marsh (1920) odpowiada *C. kolensis*. Autor ten twierdzi, że badane okazy różniły się od „*C. strenuus*” (= *C. scutifer!*) tylko typem uzbrojenia odnóży. Ponieważ budowa furki *C. scutifer* i *C. kolensis* jest trochę podobna, natomiast *C. vicinus* stoi pod tym względem zupełnie na uboczu, być może egzemplarze Marsha z Alaski odnosiły się w rzeczywistości do *C. kolensis*. W takim razie gatunek ten odznaczałby się rozmieszczeniem północnym, cyrkumpolarnym.

Na zakończenie rozdziału niniejszego podaję tabelkę, ilustrującą objawy współżycia, t. zw. kohabitacji, poszczególnych form w jednym środowisku (tab. 14). W tabelce tej oznaczono znakiem + wszystkie te pary form, które przynajmniej raz zostały na terenie jezior Wigierskich napotkane w jednej i tej samej próbce planktonu, a więc—możemy przyjąć—były wystawione na te same warunki zewnętrzne.

Z tabelki tej wynika, że zjawisko współżycia poszczególnych form jest w grupie *strenuus* dość częste; jeśliby wziąć pod uwagę rozleglejszy teren, z pewnością wzrosłaby jeszcze ilość podobnych przypadków. Tak np. Rzóska (1930) notuje współwystępowanie w rozlewisku rz. Warty *C. vicinus* i *C. furcifer* (u autora podano błędnie „*C. scutifer*”, str. 217).—Jeśli mimo tak częstych objawów kohabitacji różnicowanie ekolo-

1) Nie ulega mojemu zdaniem wątpliwości, że znalezienie *C. kolensis* w jeziorach półn. Niemiec (zwłaszcza Prus Wschodnich) jest kwestją najbliższych lat.

TAB. 14.

Przypadki współwystępowania (kohabitacji) poszczególnych gatunków.

| | <i>C. scutifer</i> f. <i>scutifer</i> | <i>C. scutifer</i> f. <i>wigrensis</i> | <i>C. vicinus</i> <i>vicinus</i> | <i>C. v. brachy-</i> <i>smerinthos</i> | <i>C. abyssor-</i> <i>rum</i> | <i>C. bohater</i> | <i>C. strenuus</i> <i>strenuus</i> | <i>C. strenuus</i> <i>landei</i> | <i>C. furcifer</i> | <i>C. kolensis</i> |
|------------------------------|--|---|-------------------------------------|---|----------------------------------|-------------------|---------------------------------------|-------------------------------------|--------------------|--------------------|
| <i>C. scutifer scutifer</i> | | + | - | - | + | + | - | - | - | + |
| <i>C. scutifer wigrensis</i> | + | | - | + | + | + | - | - | - | + |
| <i>C. vicinus vicinus</i> | - | - | | + ¹⁾ | - | - | + ²⁾ | - | - | - |
| <i>C. „ brachysmerinthos</i> | - | + | + | | - | + | - | - | - | + |
| <i>C. abyssorum</i> | + | + | - | - | | + | - | - | - | + |
| <i>C. bohater</i> | + | + | - | + | + | | - | - | - | + |
| <i>C. strenuus strenuus</i> | - | - | + | - | - | - | | - | + | - |
| <i>C. strenuus landei</i> | - | - | - | - | - | - | - | | - | - |
| <i>C. furcifer</i> | - | - | - | - | - | - | + | - | | - |
| <i>C. kolensis</i> | + | + | - | + | + | + | - | - | - | |

giczne tych wszystkich form jest łatwe do stwierdzenia, to dzieje się to głównie dzięki ogromnym różnicom w ich występowaniu ilościowym oraz w stopniu prawidłowości ich pojawu.

3. O występowaniu w czasie.

Z zawartych w poprzednim rozdziale rozważań o właściwościach ekologicznych poszczególnych form grupy *strenuus* wyłączyłem celowo wszystkie dane o ich występowaniu w czasie. Zagadnienie to posiada bowiem zupełnie specjalne znaczenie dla zrozumienia potrzeb życiowych i pochodzenia naszych skorupiaków. — Rzadko który temat, dotyczący biologii skorupiaków słodkowodnych, tak bardzo pochłaniał uwagę hydrobiologów, jak zagadnienie stenotermizmu i rze-

¹⁾ Według danych Wierzbickiej (1933) z okolic Warszawy.

²⁾ W okolicach Warszawy (Kozłowski 1927).

komo lodowcowego pochodzenia „*Cyclops strenuus*”. Relacje autorów, usiłujących przedstawić roczny cykl życiowy badanych oczlików, bywały jednak często sprzeczne, rodziła się więc konieczność przerabiania i dostosowywania pierwotnie prostych koncepcyj do nowych faktów, co nie doprowadziło jednak do zadawalającego rezultatu i musiało ostatecznie oddziaływać zniechęcająco, gdyż zdawało się potwierdzać mniemanie o skrajnym eurytopizmie tego „gatunku”.

Okazuje się tymczasem, że gatunki i formy, należące do podrodzaju *Cyclops*, objawiają pod względem występowania w czasie znaczne zróżnicowanie. Obok form ściśle zimowych mamy gatunki, występujące wyłącznie w lecie; obok form, których maksimum rozwojowe przypada na miesiące wiosenne, istnieją gatunki o dwóch wyraźnych maksymach (zimowym i letnim), wreszcie i takie, które występują przez cały rok. Stosunki te ulegają niewątpliwie pewnej zmienności regionalnej, niemniej nawet przy obecnym, wysoce niedostatecznym, stanie naszych wiadomości o tych sprawach dają się zauważyć pewne prawidłowości, świadczące o mniej lub więcej zdecydowanym stosunku poszczególnych form do kompleksu czynników ekologicznych, warunkowanych przez porę roku, wśród których to czynników temperatura środowiska zdaje się odgrywać tak wielką rolę.

W rozdziale niniejszym będą zestawione wyniki moich badań, przeprowadzonych na jeziorach Wigierskich, z odnośniami danymi, zawartymi w literaturze, i uczyniona będzie próba charakterystyki fenologicznej każdego gatunku. Niestety, niektóre formy są pod tym względem mało poznane i dopiero przyszłe badania dostarczą danych o ich występowaniu w czasie.

Cyclops scutifer Sars.

F. scutifer.—Forma wyłącznie letnia, monocykliczna. Młódzież pojawia się w Wigrach zwykle w marcu, ilość jej wzrasta w kwietniu i maju, w czerwcu rozpoczyna się okres płciowy, który trwa przez lipiec i sierpień. We wrześniu daje się zauważyć gwałtowny spadek ilościowy kolonij *C. sc. sc.*, który znika całkowicie w październiku, aby się pojawić w postaci młódzieży dopiero w marcu. W przeciwieństwie do stosunków obserwowanych u *C. sc. wigrensis* (p. niżej) nie zdarzyło mi się ni-

gdy na terenie jezior Wigierskich napotkać dojrzałych osobników omawianej formy w miesiącach zimowych.

F. wigrensis.—Cykl rozpoczyna się wczesną wiosną: w marcu (rzadziej już w lutym) zaczynają się pojawiać osobniki młodociane, których ilość rośnie w kwietniu i maju. Niekiedy już w maju, przeważnie jednak dopiero w czerwcu pojawiają się odrazu w większej ilości dojrzałe samce i samice, rozpoczynając okres płciowy trwający do końca września, z maksimum zazwyczaj w sierpniu. W październiku liczebność kolonij *C. sc. wigr.* silnie się zmniejsza, w listopadzie zaś znikają one w zasadzie na całą zimę z planktonu.

Jak wynika z powyższego, *C. sc. wigr.* byłby również formą letnią, monocykliczną. Niemniej wykazuje on pewną tendencję do dycykliczności, jak to wynika ze spostrzeżeń nad kolonją tej formy w zat. Uklejowej Wigier. W r. 1927/28 zaobserwowałem tam mianowicie maksimum zimowe; po wyginięciu całkowitem kolonji w listopadzie 1927 pojawiły się już w grudniu niezbyt liczne osobniki młodociane, które dojrzały i odbyły swój okres płciowy pod lodem w styczniu 1928. To drugie słabiej wyrażone maksimum styczniowe trwało krótko, gdyż już w końcu lutego i w marcu obserwowałem w Uklejowej tylko młodzież następnej generacji. W innych siedliskach tej formy nie obserwowałem maksimum zimowego tak dobrze wyrażonego, jakkolwiek pojedyncze okazy dojrzałe trafiają się czasem w miesiącach zimowych.

Spostrzeżenia innych autorów potwierdzają powyższą charakterystykę fenologiczną *C. scutifer*. Bowkiewicz (1928, 1930) wymienia go z jezior Wileńskich z miesięcy maj—lipiec. Münster Ström (1930, 1931) notuje w Norwegii występowanie omawianego gatunku w lecie, głównie w sierpniu; to samo pisze Ekman o Szwecji (1904) i Nowej Ziemi (1923; lipiec); Rylov (1918) o ros. Laponji (lipiec) i Murmanie (czerwiec i lipiec); Sars (1898) o kraju Jana i Marsh (1920) o kanadyjskich brzegach oceanu Arktycznego. Lilljeborg (1901) notuje jednak dla Szwecji stosunkowo wczesny pojaw: kwiecień, maj—jes. Bleken. Wreszcie według Zschokke'go (1900) „pelagiczna odmiana *C. strenuus*”, rzekomo identyczna z *C. scutifer*, występuje w Lünersee w Alpach w lipcu i sierpniu. Wszystkie te dane odnoszą się do krajów dość daleko na północ wysuniętych, lub do je-

zior wysokogórskich, jest więc rzeczą ciekawą i charakterystyczną, że *C. sc.* i w najbardziej południowych nizinnych swych siedliskach w Polsce zachowuje się w zasadzie podobnie. Niestety brak dotychczas danych o rozmieszczeniu pionowem tego gatunku w jeziorach Polski. Znalezienie go w warstwach powierzchniowych, nagrzewających się latem do ca. 20 °C, świadczyłoby, że nie temperatura jest dla niego decydującym warunkiem rozwoju, lecz któryś z innych czynników, związanych raczej pośrednio z ciepłą porą roku.

Cyclops vicinus Uljanin.

Gatunek ten w Polsce ujawnia w niektórych zbiornikach tendencję do trwania przez cały rok w postaci dojrzałych płciowo osobników, niemniej najbujniejszy jego rozkwit przypada zawsze na miesiące zimowe (grudzień-kwiecień); okazy zwykle nielicznych kolonij letnich znajdują się jakgdyby w stanie fizjologicznej depresji, są mniejsze (por. odn. literaturę: Koźmiński 1927, str. 94) i mniej płodne (Gajl 1924, Rzöska 1925, 1930, Koźmiński 1927). Odmiana tego gatunku (*var. brachysmerithos* Wierzbicka) w jeziorach Wigierskich występuje także głównie w zimie (maksimum zdaje się w marcu, jez. Leszczówek), niemniej obserwowałem raz osobniki młodociane w próbie majowej z zat. Uklejowej, być może więc; że i ta forma dąży do dy- lub acykliczności. Rzöska notuje pojaw tej odmiany w Poznańskim w październiku; według Wierzbickiej (1933) występuje ona w okolicach Warszawy w miesiącach zimowych.

Dane o występowaniu w czasie *C. v.* w innych krajach są przeważnie zgodne z powyższą charakterystyką. Przytoczę więc tylko te uwagi z literatury, które budzą zainteresowanie z powodu położenia geograficznego. Według Lilljeborga (1901) występuje na Wyspie Niedźwiedziej wczesną wiosną karłowata forma tego gatunku (*var. glacialis* Lillj.), być może odpowiadająca środkowo-europejskiej formie letniej. W Szwecji według Lilljeborga (1901) i Ekmana (1907) *C. v.* występuje w miesiącach luty—czerwiec. Ciekawe jest porównanie tych danych z uwagami autorów, badających te stosunki w krajach bardziej południowych. Rylov (1926, Ilmen, Rosja) podejrzewa nasz gatunek o dycykliczność, wymieniając dwa okresy płciowe, wiosenny i jesienny; Rössolimo (1928) notuje występowanie *C. v.*

w gub. Rjazańskiej w maju, lipcu i sierpniu. Siewerth (1927, 1929) wymienia go z całego szeregu zbiorników wodnych Ukrainy prawie z całego roku, Miroschnitschenko (1930) z doliny Bohu—z sierpnia. Rylov (1928) notuje dla okolic Staupopola (Kaukaz)—maj, dla półn. Persji—grudzień, styczeń i luty; Gurney (1921) dla Mezopotamji—luty. Wreszcie Brehm (1909) dla okolic Szanghaju (Chiny) wymienia marzec.—Wszystkie te dane zdają się świadczyć o znacznym eurytermizmie *C. vicinus*, zwłaszcza jeśli zważyć, że zamieszkuje on często płytkie zbiorniki wodne, ulegające silnym wahaniom temperatury.

Cyclops abyssorum Sars.

W jeziorach Wigierskich forma wyraźnie dycykliczna z maksimum zimowem w lutym i letniem — w lipcu i sierpniu. Osobniki młodociane pojawiają się na jesieni w październiku, dojrzałość płciową osiągają zwykle w grudniu, wymierają przeważnie w kwietniu, dając jednocześnie początek letniej generacji, dojrzewającej w czerwcu i wymierającej we wrześniu.

Dane o występowaniu formy tej w innych krajach są dość skąpe. W Norwegji, w jez. Tyrifjord według Münster Ströma (1932) *C. a.* żyje w czerwcu i sierpniu; w Szwecji, w jez. Ekoln (Mälaren) według Ekmana (1907) — w lutym, marcu i maju. „*C. abyssorum*” z jez. d’Annecy (Le Roux 1907/08) ma występować tylko w zimie. Wreszcie dane z Polski z jez. Kiekrz (Rzóska 1930) dotyczą września—listopada, z jez. Krzyżaki zaś (Bowiec 1928)—miesiące letnich.

Cyclops taticus Koźmiński.

Gatunek ten występuje przez cały rok w postaci dojrzałych płciowo osobników, jest więc w zasadzie acykliczny, jednak z pewnemi cechami dycykliczności. Notowano mianowicie okresy wzmożonej produkcji płciowej w Tatrach (Minkiewicz 1917) i w jez. Lunz (Ruttner 1929/30) na wiosnę i na jesieni. Z jezior alpejskich mamy dane tylko z miesięcy letnich i jesiennych, głównie z sierpnia i z września (Zschokke 1900, Borner 1928, Baldi 1931, 1931^a).

Jest rzeczą godną uwagi, że według Rzóski (1927) osobniki letnie tego gatunku z jez. Lunz ujawniają większe roz-

miary, niż egzemplarze łowione w zimie; byłoby to zjawisko odwrotne, niż obserwowane u *C. vicinus* i *C. str. strenuus*.

Cyclops bohater n. sp.

Podobnie, jak *C. abyssorum*, posiada w jeziorach Wigierskich dwa równie wybitnie wyrażone maksyma: letnie i zimowe. Jego okresy płciowe trwają jednak krócej; osobniki młodociane pojawiają się w październiku, dojrzewają już w listopadzie lub grudniu, maksimum przypada zwykle w lutym; w marcu wzgl. na początku kwietnia osobniki dojrzałe wymierają, równocześnie zaś zjawia się młodzież, która dojrzewa w czerwcu, tworząc drugie maksimum na przełomie czerwca i lipca. Już w lipcu daje się jednak zauważyć silna depresja kolonij *C. b.*, który znika całkowicie z planktonu z początkiem sierpnia.— Jest to więc zapewne gatunek dycykliczny.

Cyclops lacustris Sars.

Według Münster Ströma (1932) gatunek ten występuje w jez. Tyrifjord w Norwegii w czerwcu, sierpniu i wrześniu.

Cyclops strenuus subsp. strenuus Fischer.

Forma zimowo-wiosenna. W okolicach Warszawy występuje od września do maja włącznie; maksimum ilościowe osiąga jednak, podobnie jak na terenie Wigierskim, na wiosnę, mianowicie w młakach, powstałych wskutek roztopów wiosennych, gdzie tworzy nieraz ogromne zagęszczenia. Z nastaniem lata w większości przypadków znika zupełnie, bywają jednak zbiorniki (np. sadzawka w ogrodzie zoologicznym w Poznaniu), w których utrzymuje się jako forma acykliczna przez cały rok, wykazując jedynie zmiany w ilości osobników i w ich wielkości absolutnej: okazy letnie są mniejsze (Rzóska 1925, 1927).

Dane z literatury są zupełnie zgodne z powyższymi uwagami. *C. str. str.* nie tylko w Europie środkowej, ale także na północy, na półwyspie skandynawskim (Sars 1918), daleko na południu (Marsh 1926, Kiefer 1930) oraz na wschodzie (Rylov 1925) występuje w zimie lub na wiosnę (do maja włącznie).— Znaczny eurytermizm tej formy zdaje się nie ulegać kwestji.

Cyclops strenuus subsp. vranae Koźmiński.

Formę tę łowiłem w jeziorze Vrana (wyspa Cherso, Adriatyk) 15 kwietnia 1925.

Cyclops strenuus subsp. landei n. subsp.

Forma wyłącznie zimowa. Osobniki młodociane pojawiają się na Wigrach we wrześniu lub październiku, dojrzałość płciową osiągają zwykle w grudniu (rzadziej w listopadzie). Okres płciowy trwa do końca marca, z maksimum przeważnie w lutym. W kwietniu wymiera całkowicie, aby pojawić się w postaci osobników młodocianych dopiero na jesieni. — Forma ta na badanym terenie jest więc wyraźnie monocykliczna.

Cyclops furcifer Claus.

Zimowo-wiosenny gatunek. W Polsce pojawia się zwykle w listopadzie i trwa w postaci dojrzałych płciowo osobników przez całą zimę, osiągając jednak maksimum rozwoju zwykle na wiosnę w młakach i zalewiskach, powstałych wskutek roztopów wiosennych.

Dane z literatury potwierdzają powyższą charakterystykę fenologiczną *C. f.* Według Lilljeborga (1901) występuje on w Szwecji od stycznia do maja włącznie, Lowndes (1927) dla Anglii wymienia m. marzec, Hartwig (1899) dla Niemiec i Rylov dla Dalekiego Wschodu—kwiecień, Rzóśka (1930) dla okolic Poznania — marzec. Claus (1857) przy pierwszym opisie *C. f.* wspomina ogólnie o wiosnie. Najwięcej dat zawdzięczamy Kieferowi (1927): gatunek omawiany był na Węgrzech łowiony przeważnie w listopadzie i kwietniu, w jednym zbiorniku jednak („Wassergraben, Nagyssalló”) miał się on pojawić 1-go lipca. Ponieważ ostatnia data jest zupełnie odosobniona, kwestja występowania *C. f.* w miesiącach letnich pozostaje do wyjaśnienia.

Cyclops kolensis Lilljeborg.

Bardzo rozpowszechniony w jeziorach Wigierskich gatunek ten jest najliczniejszym reprezentantem oczlików grupy *strenuus* w planktonie jeziornym miesięcy zimowych. Cykl jego rozpoczyna się w końcu lata, wzgl. na jesieni; w jez. Okrągłym i Długim osobniki młodociane ukazują się już w sierpniu,

w innych jeziorach i zatokach Wigier zwykle dopiero we wrześniu lub październiku. Dojrzałe okazy pojawiają się w listopadzie, a w grudniu rozpoczyna się okres rozkwitu kolonij *C. k.*, trwający przez styczeń, luty i marzec, dochodząc do zenitu przeważnie na przełomie dwu ostatnio wymienionych miesięcy. W kwietniu daje się zauważyć pewna depresja, prowadząca w maju do wymarcia form dojrzałych i równoczesnego pojawu osobników młodocianych. Osiągają one dojrzałość płciową w tempie jakgdyby przyspieszonym już w czerwcu. Maksimum czerwcowe, dające się wyraźnie zauważyć w większości zbiorników, zamieszkiwanych przez *C. k.*, jest jednak zawsze dużo słabsze, niż maksimum lutowo-marcowe. *C. k.* szybko znika z planktonu, w lipcu nigdzie go już nie stwierdziłem z wyjątkiem jednego oderwanego znaleziska w jez. Staw. W sierpniu również nigdy nie napotkałem okazów dojrzałych.—Jak wynika z powyższych danych *C. kolensis* jest na Wigrach formą dycykliczną ze słabiej wyrażonym maksimum letniem.

Mamy bardzo niewiele danych w literaturze o występowaniu w czasie omawianego gatunku. Stosunkowo najwięcej dat notuje Lilljeborg (1901), który dla licznych jezior Szwecji południowej i środkowej wymienia miesiące styczeń—maj; w jez. Temnaren (Upland), zbiorniku bardzo płytkim i w miesiącach letnich stosunkowo ciepłym¹⁾, występował jednak omawiany gatunek 9 lipca.—W jez. Pieresjaur w ros. Laponji notuje Lilljeborg również pojaw lipcowy, Rzöska (1930) w jez. Kiekrz (pod Poznaniem) łowił go w kwietniu.—Co się tyczy form, których identyczność z *C. kolensis* może podlegać dyskusji, to wymienić należy następujące daty: Olofsson (1918); Spitzbergen, lipiec—wrzesień; Marsh (1920), Alaska, czerwiec.

Dane powyższe zdają się świadczyć o eurytermizmie *C. kolensis*, który objawia jednak pewną predylekcję do chłodnej pory roku.

Stacja Hydrobiologiczna na Wigrach.

¹⁾ Informację tę zawdzięczam uprzejmości prof. dr. S. Ekmana (Uppsala).

SPIS LITERATURY CYTOWANEJ
 ukaże się w wersji niemieckiej pracy niniejszej.

OBJAŚNIENIE TABLIC.

Wszystkie tablice skonstruowane są według jednego planu; odnóża poszczególnych par oznaczono literami P₁—P₅. Rysunki na tablicach ilustrują wiernie pokrój ogólny, kształt segmentów i proporcje ciała oraz stosunkową wielkość najważniejszych przydatków. Szczegóły budowy, jak np. organy wewnętrzne, szczecinki na antenach I-ej pary, oczy, uwłosienie niektórych szczecinek, kształt *receptaculum seminis*, przedstawione są półschematycznie, lub nawet pominięte zupełnie (np. uwłosienie na szczecinkach odnóży pływnych).

Poszczególne tablice zawierają rysunki wykonane przy różnym powiększeniu; powiększenie rysunku, przedstawiającego pokrój ogólny oraz cztery pary odnóży pływnych (P₁—P₄) jest jednak na poszczególnych tablicach jednakowe (P₅ i segment płciowy samicy odrysowane są przy powiększeniu większym). Dokładne wymiary są podane na innym miejscu.

Na tabl. III (*C. bohater*) obwódka dookoła jaj nie jest cechą stałą, jakkolwiek występuje dość często na zakonserwowanych okazach.

Résumé

ZYGMUNT KOŹMIŃSKI

ÉTUDES MORPHOMÉTRIQUES ET ÉCOLOGIQUES
 SUR LES CYCLOPIDES DU GROUPE STRENUUS.

Les résultats principaux de mes recherches qui font la base du travail présent vont être publiés dans l'un des journaux hydrobiologiques internationaux. C'est pourquoi je ne me borne ici qu'à présenter des courtes diagnoses des formes nouvelles.

Cyclops bohater n. sp.
 (Pl. III).

Cette espèce forme un groupe naturel avec *C. tatricus* et *C. abyssorum*, en rappelant à certains égards *C. strenuus strenuus*.

Corps gros et robuste; deux segments antérieurs du céphalothorax sont très larges, mais relativement moins longs que ceux de *C. tatricus*. Le II-ème segment du tronc possède des lobes latéraux, comme chez *C. tatricus*; les lobes en question pendent vers le côté ventral et vers l'arrière, ou, parfois, ils forment de chaque côté des angles saillants (fig. 5 et 6, page 106); deux premiers segments du céphalothorax sont évidemment plus larges, que ceux qui les suivent. La structure du IV-ème segment rappelle le plus souvent celle du III-ème (fig. 6), mais quelquefois nous y voyons des petits cornes bien marqués, dirigés vers l'arrière et vers le côté (fig. 5). Le V-ème segment porte de chaque côté une corne forte et aigue. Le I-er segment de l'abdomen est assez large et il s'amincit insensiblement vers sa partie postérieure.

L'armature des pattes natatoires d'après le type terni; les types mixtes n'étaient point observés chez les femelles, en atteignant 10% chez les mâles. Les I-ères antennes possèdent 17 ou—très rarement—18 articles. Le *limbus* et la crête chitineuse à la furca sont évidents. Les spermatophores n'étaient pas encore observés.

Les dimensions absolues de cette espèce sont les plus grandes dans tout le groupe examiné de Cyclopidés: *long. tot.* 2435 μ . (2288—2583 μ). *Long. abd. in % long. cphth.* correspond à 41.0 (37.2—44.8), *long. set. apic. int. in % long. set. apic. ext.*—à 209 (192—226). Parmi les autres traits quantitatifs, c'est la longueur relativement très grande de la soie sur le I-er article de la V-ème patte, qu'il faut nommer comme un trait d'une valeur extraordinaire: *long. set. min. ped. V par. in % long. set. mai. ped. V par.* correspond à 81 (72—90); comp. p¹. III¹).

1) Les dessins représentés sur les planches illustrent l'habitus général, la forme des segments et les proportions du corps, ainsi que la longueur relative de ses appendices les plus importants. Les détails de l'anatomie, comme les organes internes, les soies sur les antennes, les yeux, la forme du réceptacle séminal etc. sont dessinés d'une manière demi-schématique, ou même ils ne sont point marqués. La bordure dessinée sur la planche III (*C. bohater*) autour des oeufs n'est pas un trait nécessaire, malgré qu'elle puisse être observée souvent chez les exemplaires fixés. ;

Cyclops (C.) strenuus Fischer
 subsp. *landei*¹⁾ n. subsp.
 (Pl. IV)

La forme proche à *C. strenuus strenuus* dont elle diffère par la structure des segments du céphalothorax ainsi que par quelques traits quantitatifs.

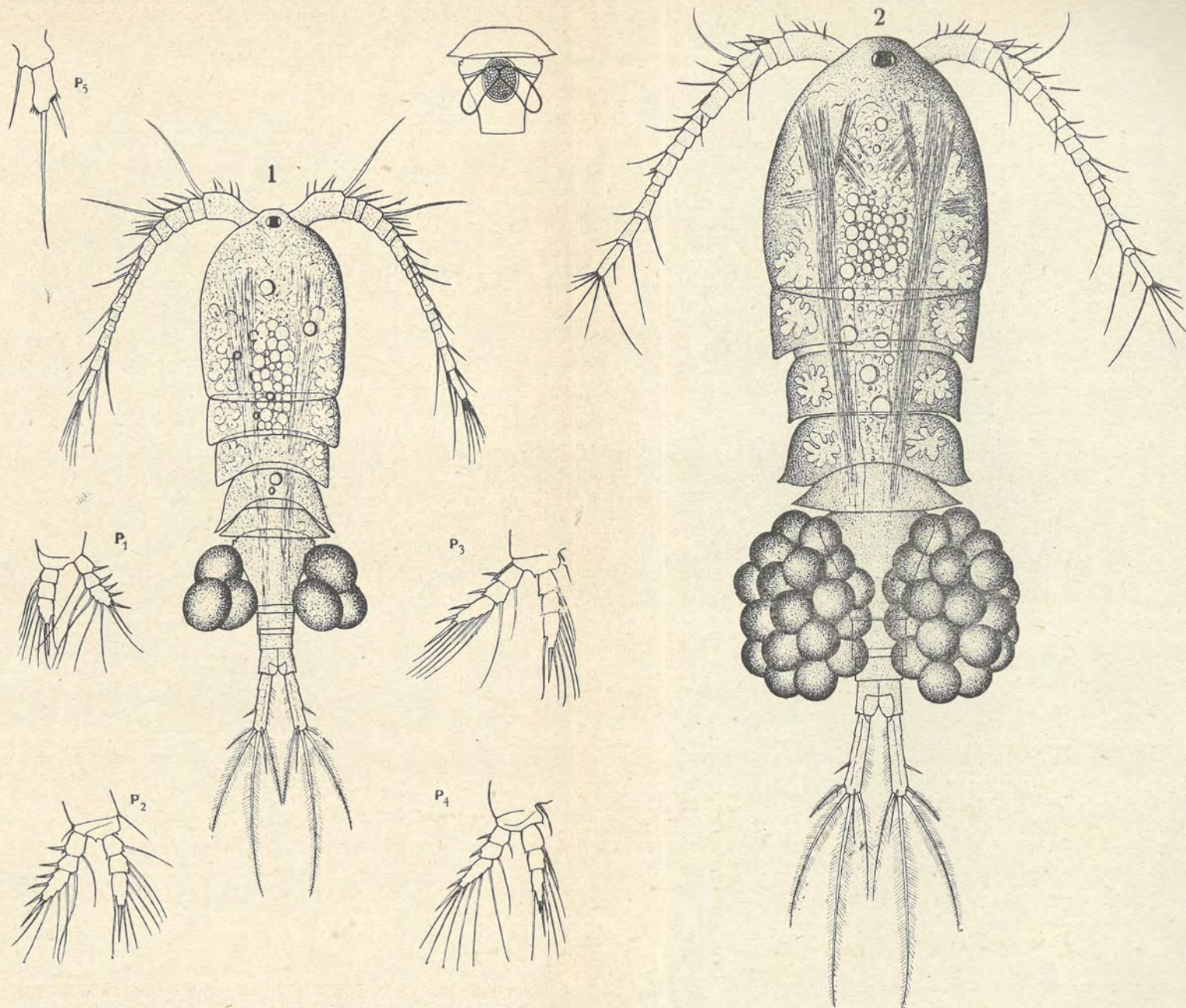
Céphalothorax gros et robuste dans sa partie antérieure, s'amincit rapidement vers l'arrière. Largeur de la partie antérieure du IV-ème segment du thorax est plus grande que celle de sa partie postérieure; le segment en question possède des cornes bien formées, dirigées vers le côté ou vers l'arrière. Le V-ème segment, extrêmement étroit est très peu plus large que le I-er segment de l'abdomen; il est muni de petites cornes latérales. Le I-er segment de l'abdomen, assez large, s'amincit insensiblement vers sa partie postérieure (fig. 7 et 8, page 108).

L'armature des pattes natatoires chez les femelles d'après le type terni; les types mixtes n'y étaient observés. Au contraire, chez les mâles le type bini prédomine dans les populations examinées: tous les matériaux, que j'ai étudiés, ne renferment que 9% d'exemplaires du type terni, par comparaison à 39% de types mixtes et 52% de type bini.

Les I-ères antennes possèdent 17 articles; le *limbus* et la crête chitineuse à la furca sont le plus souvent bien marqués. Les spermatophores ne sont pas grands et ils n'outrepassent pas le segment génital de la femelle.

Lat. IV s. cphth. in $\frac{0}{10}$ *lat. mx. cphth.* est chez la forme en question extrêmement petite, et notamment: 56 (49—63); *lat. V s. cphth. in* $\frac{0}{100}$ *long. corp.* 166 (152—181); *long. set. apic. int. in* $\frac{0}{10}$ *long. set. apic. ext.* 151 (135—168). *Long. tot.* 1514 μ (1346—1681 μ).

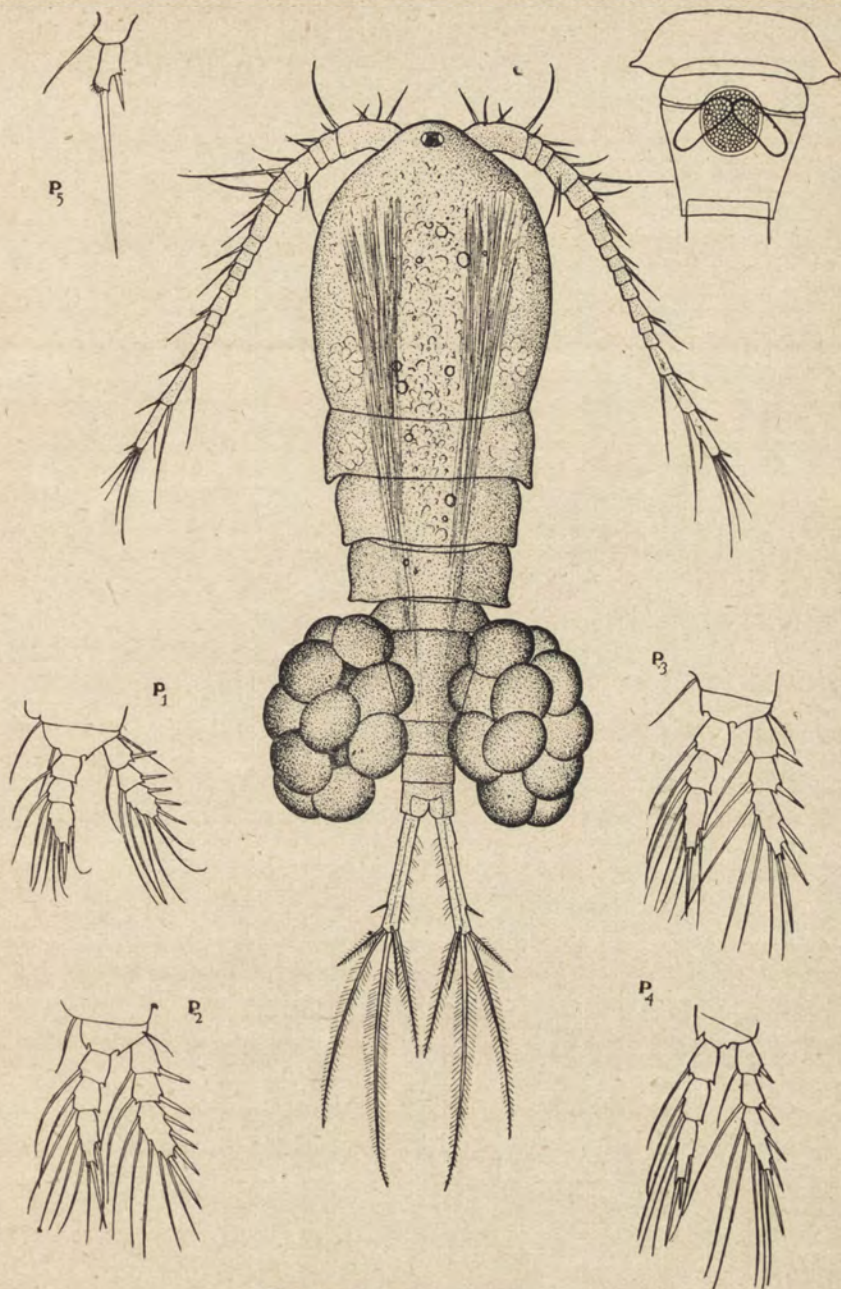
¹⁾ Adam Lande, naturaliste polonais, était l'un de ces spécialistes peu nombreux de la fin du XIX-ème siècle, qui appréciaient proprement une valeur spécifique des différences entre quelques formes des Cyclopidés du groupe *strenuus*.



Cyclops scutifer f. scutifer

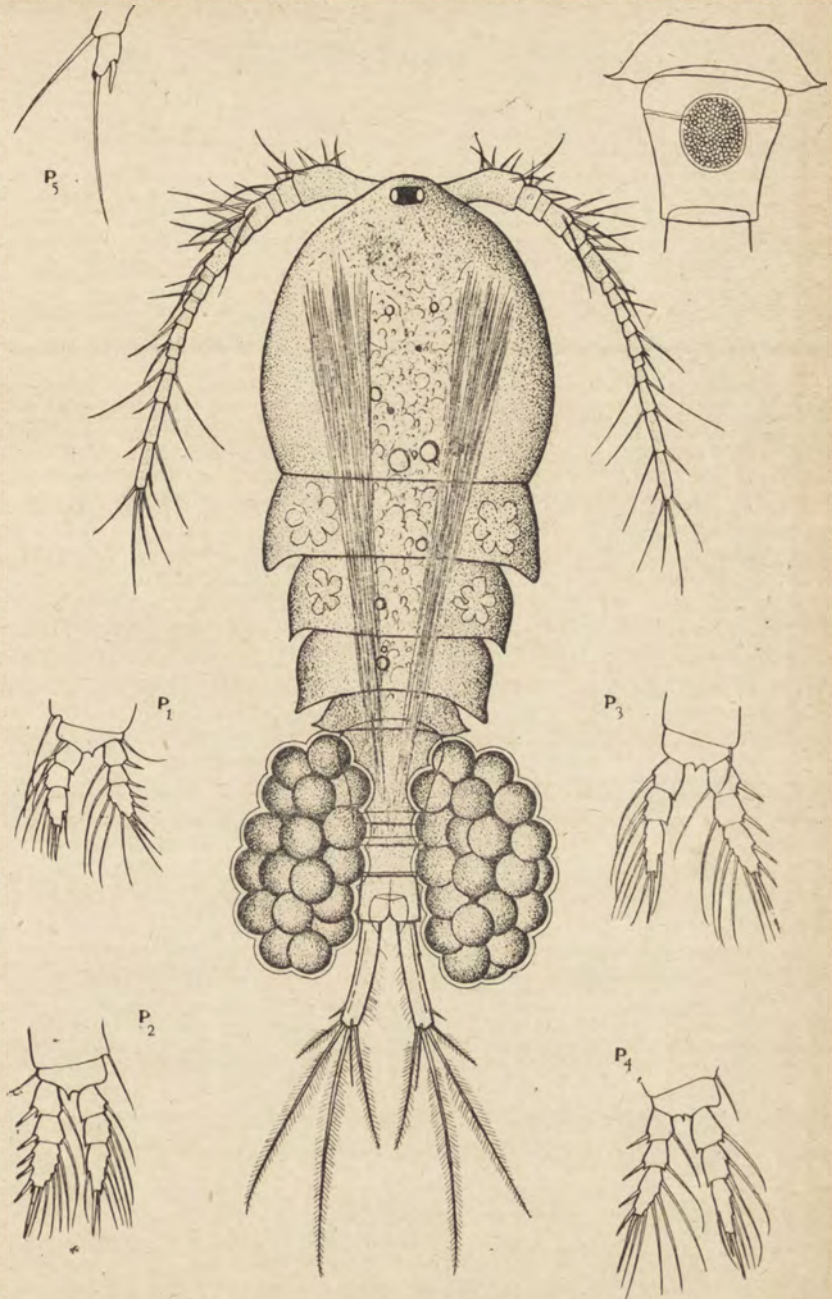
Z. Koźmiński. Badania morfometr. i ekol. nad oczlikami.

Cyclops scutifer f. wigrensis



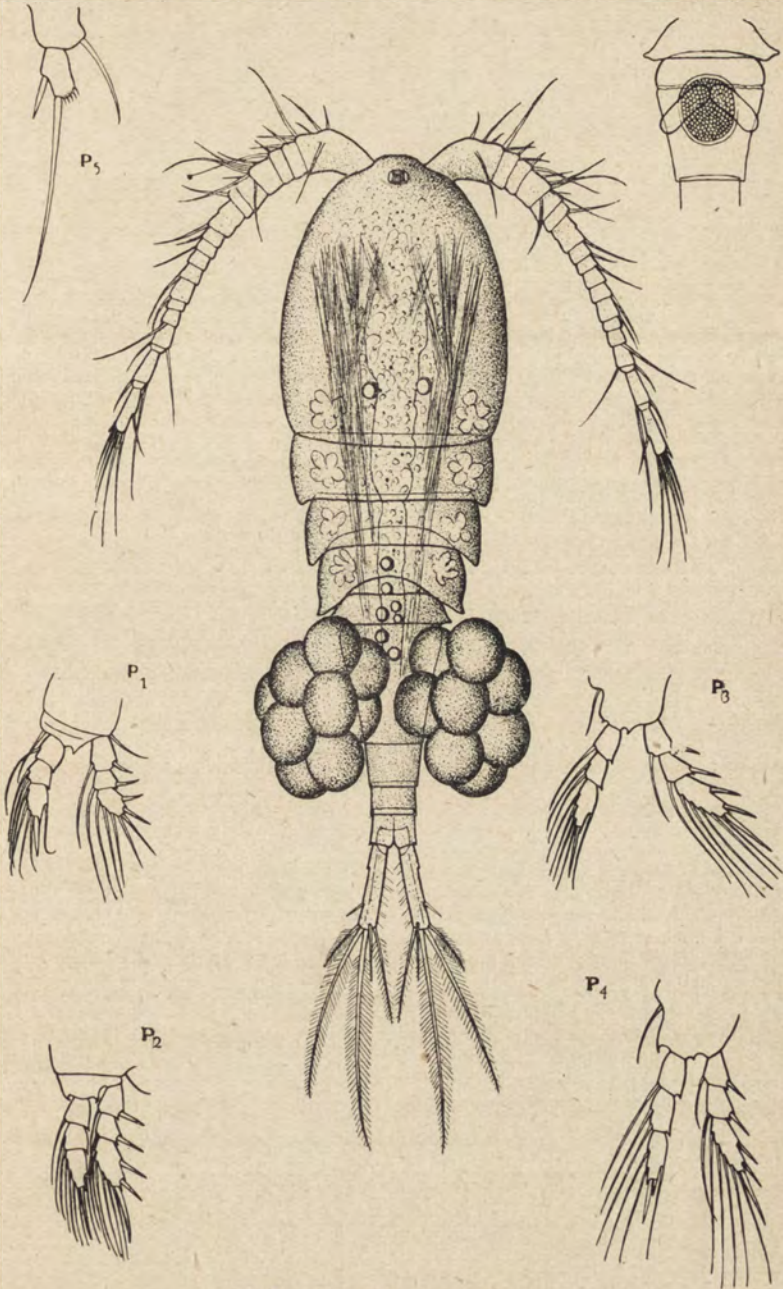
Cyclops abyssorum

Z. Koźmiński. Badania morfometr. i ekol. nad oczlikami.



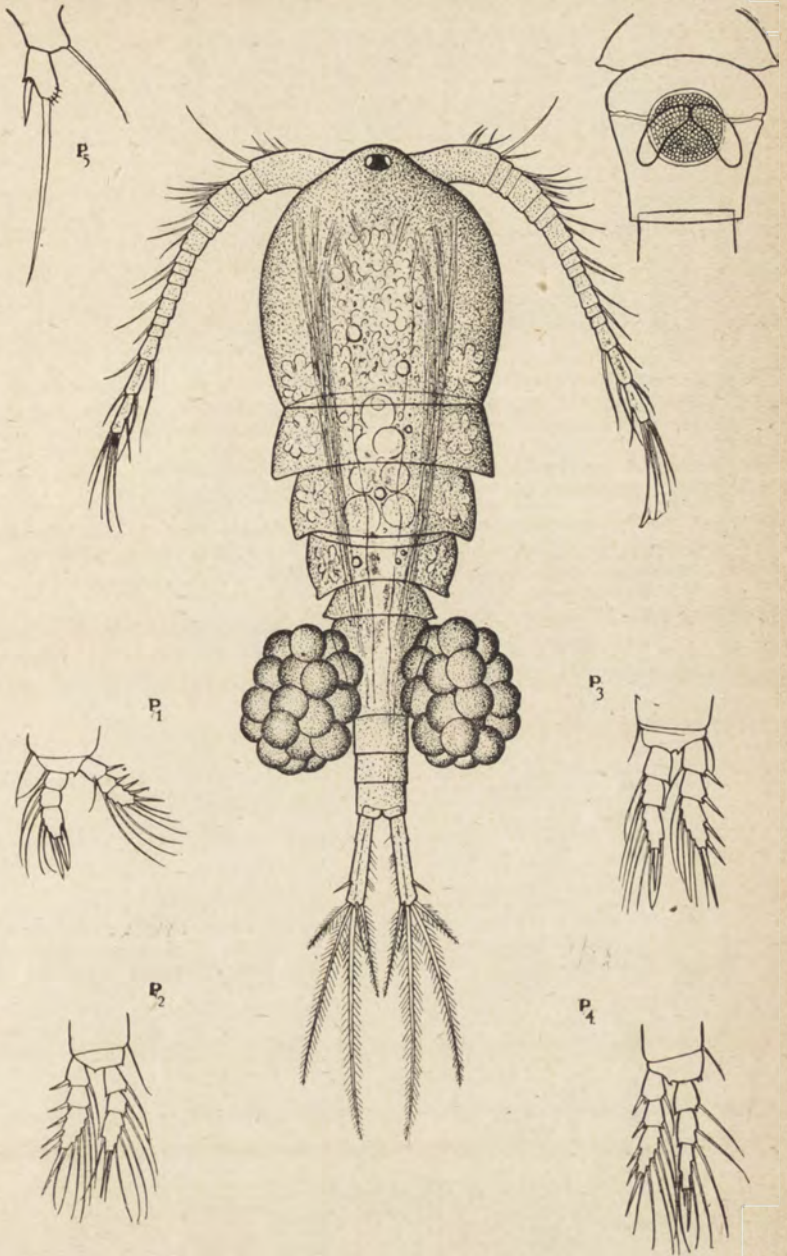
Cyclops bohater

Z. Koźmiński. Badania morfometr. i ekol. nad oczlikami.



Cyclops kolensis

Z. Koźmiński. Badania morfometr. i ekol. nad oczlikami.



Cyclops strenuus subsp. landei

Z. Koźmiński. Badania morfometr. i ekol. nad oczlikami.

[Zakład Fizjologii Instytutu im. Nenckiego T. N. W. i Stacja Zoologiczna w Neapolu].

K. Białaszewicz.

Przyczynek do znajomości składu mineralnego krwi u zwierząt morskich.

Contribution à l'étude de la composition minérale du sang chez les animaux marins.

Rękopis nadesłany w dniu 10.IV.1932 r.

L'auteur présente les résultats de l'analyse du sang de 12 espèces d'Invertébrés marins appartenant aux différents groupes systématiques: Annélides, Echinodermes, Mollusques, Crustacées, Tuniciers. Les analyses envisagent la composition minérale des liquides du corps et en particulier la teneur en chlore, potassium, calcium, magnésium et en soufre inorganique (tabl. II, fig. 1).

Il résulte des ces analyses que la teneur en composés minéraux du sang des animaux examinés se distingue d'une manière plus ou moins marquée de celle de l'eau de mer. C'est le magnésium et le soufre dont la concentration dans le sang et dans l'eau de mer montre les différences les plus prononcées: la teneur relative des ces derniers composants dans le sang de la majorité des Invertébrés examinées est inférieure à celle de l'eau de mer.

La valeur des rapports atomiques Mg/Cl et S/Cl que l'on trouve dans les liquides nourriciers est, dans les cas extrêmes de 41 % (Mg/Cl) et de 55 % (S/Cl) inférieure à la valeur caractéristique pour le sel marin. Chez certains Invertébrés la teneur en S du sang subit une diminution plus grande que la teneur en Mg. Ce fait nous permet de considérer le sulfate de magnésium comme l'élément le plus inconstant parmi les sels minéraux du sang.

La teneur en potassium est généralement un peu supérieure à celle de l'eau de mer et dans la plupart des cas la différence du

rappart atomique K/Cl que l'on trouve dans le milieu intérieur et extérieur de l'animal n'excède pas 10%.

La valeur du rapport atomique Ca/Cl du sang se distingue par contre par sa constance. En outre, elle est de la même grandeur que celle trouvée dans l'eau de mer.

Le phénomène d'une compensation du déficit des sels de magnésium par les sels de potassium dans le sang des animaux invertébrés, a été observé par B e t h e et B a r g e r ('31). Dans nos recherches, par contre, les premières traces de ce phénomène, si caractéristique pour les Vertébrés supérieurs, a été constaté chez les Plagiostomes (*Torpedo*, *Acanthias*, *Scyllium*). Chez ces poissons la teneur relative en K du sérum devient supérieure à celle de l'eau de mer et celle de l'hémolymphe des Invertébrés, en même temps la teneur en magnésium diminue considérablement, comme le démontrent les valeurs des rapports atomiques K/Cl et Mg/Cl, présentées dans le tableau III.

Wiadomości nasze o składzie mineralnym cieczy ciała zwierząt morskich są w chwili obecnej niewystarczające. Od czasu zjawienia się prac G r i f f i t h s a ('92, '93), z których przez długi czas czerpano dane o właściwościach chemicznych hemolimfy zwierząt bezkręgowych, a których wyniki zostały ze strony autorytatywnej poważnie zakwestjonowane (M a c a l l u m '03), pojawiały się w literaturze luźne obserwacje, osiągnięte z pomocą różnych metod analitycznych, i z tego powodu nie zawsze porównywalne. Dopiero badania M a c a l l u m a ('09, '10), przeprowadzone niestety na nielicznych przedstawicielach zwierząt morskich, oraz ostatnio ogłoszona publikacja B e t h e g o i B e r g e r ('31), zawierająca wyniki większej liczby analiz, wniosły nowe dane, pozwalające ogólnie scharakteryzować cieczę odżywcze tych zwierząt pod względem ich składu mineralnego.

Wyniki analiz przytoczonych poniżej stanowią dalszy przyczynek, rozszerzający wiadomości, istniejące w tym kierunku. Zostały one osiągnięte w związku z poprzednimi moimi badaniami (B i a ł a s z e w i c z '30, '31), w których fakt występowa-

nia różnie w składzie mineralnym hemolimfy w porównaniu z wodą oceaniczną, stanowił punkt wyjścia do doświadczeń nad zdolnościami chemoregulacyjnymi bezkręgowców morskich.

Materiał do analiz chemicznych zbierano z kilku lub w razie potrzeby z większej liczby osobników, wyciągając pipetką hemolimfę wprost z naczyń krwionośnych lub z jam ciała, i oddzielając następnie składniki morfologiczne na wirownicy. Do chwili rozpoczęcia analiz materiał w powyższy sposób zebrany przechowywano w szczelnie zamkniętych z wewnątrz wyparafinowanych fiolkach, dodając do każdej porcji po kilka kropeł chloroformu.

W celu ujednostajnienia warunków analizy, do wszystkich badanych próbek dodawano następnie równą objętość względną 12% kwasu tróchlorooctowego, jako odczynnika odbiałczającego. Wytrącony osad po upływie około 12-godzin silnie odwirowywano, roztwór zaś, który służył następnie do oznaczeń składników mineralnych, starannie oddekantowywano.

Poszczególne składniki mineralne oznaczano metodami następującymi.

Chlor — zwykłą metodą Volhardta, biorąc do każdego oznaczenia po 1 cm³ roztworu (= 0.5 cm³ hemolimfy).

Siarke nieorganiczną oznaczono wagowo jako BaSO₄, używając do analiz większych ilości roztworów (5—10 cm³) i ważąc osad do stałej wagi w tygielku platynowym na mikrowadze analitycznej Bungego.

W oznaczeniach potasu, wykonywanych metodą Kramera i Tisdalla (21), szczególną uwagę zwracano na usunięcie śladów amonjaku, zwykle obecnego w cieczach ciała. W tym celu, po stwierdzeniu jego obecności odczynnikiem Nesslera, określoną objętość roztworu przenoszono do parowniczkii pyrexowej, alkalizowano małym nadmiarem czystego ługu sodowego, niezawierającego potasu, odparowywano do sucha na łaźni wodnej, po ostygnięciu rozpuszczano pozostałość w słabym kwasie octowym do objętości, równej objętości roztworu, wziętego do oznaczenia. Do równoległych analiz potasu brano zwykle po 1 cm³ hemolimfy odbiałczonej.

Wapń oznaczano metodą de Waarda (19), z uwzględnieniem uzupełnień, podanych przez Hechta (23). Ponieważ oznaczenia magnezu, na których możliwie dokładne wykonanie kładziono szczególny nacisk, przeprowadzano w tych samych próbkach roztworu, co oznaczenia wapnia, przeto poniżej podajemy bardziej szczegółowy opis postępowania przy wykonywaniu oznaczeń obu tych składników hemolimfy.

W dwu próbkach de Waarda (19) umieszczono po 1 cm³ roztworu odbiałzonego i równocześnie do dwu innych wlewano po takiej samej objętości roztworu wzorcowego, zawierającego wapń i magnez w stosunku, w jakim te jony znajdują się w wodzie morskiej, lecz w stężeniu o połowę mniejszem. Ze wszystkimi czterema próbkami postępowano w dalszym ciągu w sposób jednakowy.

Przedewszystkiem więc, w celu wytrącenia wapnia dodawano do próbek po jednej kropli alkoholowego roztworu czerwieni metylowej i stężonego roztworu kwasu cytrynowego, który zapobiega wytrąceniu się szczawianu magnezowego; następnie zawartość próbek alkalizowano nadmiarem stężonego amoniaku, próbówki umieszczano w gotującej się wodzie i do każdej dodawano po 1 cm³ nasyconego roztworu szczawianu amonu. W dwie godziny po ostudzeniu próbek osad szczawianu wapniowego odwirowywano, ciecz zaś, która służyła w dalszym ciągu do oznaczeń magnezu, przenoszono pipetką ilościowo do nowych próbek de Waarda. Z osadem postępowano w dalszym ciągu ściśle według wskazówek Kramera i Tisdalla (21), t. j. trzykrotnie przemywano rozcieńczonym amoniakiem, kłócąc go za każdym razem, rozpuszczano w 4 n roztworze kwasu siarkowego i miareczkowego na gorąco ca. n/200 nadmanganianem potasu. Ilość wapnia obliczano ze stosunku objętości nadmanganianu, zużytego do miareczkowania osadu w próbach badanych i wzorcowych, mnożąc przez ten iloraz ilość wapnia, znajdującego się we wziętym do analizy roztworze wzorcowym.

Do próbek, zawierających ciecz, odciągniętą po wytrąceniu szczawianu wapnia, dodawano, zgodnie ze wskazówkami Kramera i Tisdalla (21), odpowiednio ilości stężonego amoniaku i roztworu fosforanu amonowego i po wymieszaniu pozostawiono je na 24 godz. Po odciągnięciu cieczy rozpoczynano przemywanie lekkiego, powoli opadającego na dno osadu fosforanu amono-magnezowego, używając z dobrym skutkiem jako cieczy przemywającej 2% roztworu amoniaku (c. wł. = 0.91) w 80% alkoholu. Przemywania osadu na wirownicy uskutecziano trzykrotnie, skłócając go za każdym razem i zwracając uwagę na możliwe straty w czasie odciągania płynu przemywającego. Przemyty osad rozpuszczano następnie w 0.1 n kwasie solnym, roztwór przenoszono ilościowo do kolb miarowych (50 cm³), do których dodawano odczynników, wywołujących niebieskie zabarwienie w ilościach i w kolejności, podanej przez Briggsa (22) w opisie metody oznaczania małych ilości fosforu; w końcu — kolby uzupełniano do znaku wodą destylowaną. Roztworem porównawczym w pomiarach kolorymetrycznych był roztwór fosforanu amonowo-magnezowego, otrzymany z roztworu wzorcowego; postępowanie to daje możliwość ograniczenia w znacznym stopniu błędów, wynikających ze strat osadu, które powstają wskutek rozpuszczalności i jego przylegania do wolnej powierzchni cieczy przemywającej.

Z oznaczeń sodu w hemolimfie byliśmy zmuszeni zrezygnować, gdyż żadna z istniejących metod mikroanalitycznych nie daje pożądanego stopnia dokładności.

W celu stwierdzenia stopnia zgodności naszych analiz, przeprowadzonych wyżej podanymi metodami, z wynikami poprzednich autorów, podajemy w tab. I odnośne dane. Porównanie liczb, dotyczących hemolimfy tych samych gatunków zwierzęcych.

ujawnia bardzo znaczną i nie dającą się objaśnić rozbieżność wyników Griffithsa ('92, '93), którego analizy wykazują kilkakrotnie większą zawartość względną potasu (do 3—5 razy) i wapnia (2—3 razy) oraz naogół znacznie mniejsze ilości magnezu. Natomiast między liczbami Bethego i Bergera ('31) a mojemu istnieje znaczna naogół zgodność, zwłaszcza w analizach chloru i wapnia (wyj. *Carcinus moenas*); większe różnice zachodzą głównie w oznaczeniach magnezu, które występuje również, jeżeli są porównane analizy wody morskiej, wykonane przez tych autorów oraz przez Forsehamera.

Tabela I.

| Składniki Composants | <i>Arenicola Claparedii</i> | | <i>Sipunculus nudus</i> | | | <i>Carcinus moenas</i> | | | <i>Maja squinado</i> | | Woda morska <i>Eau de mer</i> | | |
|--------------------------|-----------------------------|--------------|-------------------------|----------------|--------------|------------------------|----------------|--------------|----------------------|--------------|----------------------------------|----------------------------------|-----------------------------------|
| | Griffiths | Białaszewicz | Griffiths | Bethe i Berger | Białaszewicz | Griffiths | Bethe i Berger | Białaszewicz | Bethe i Berger | Białaszewicz | Bethe i Berger (Helgoland) | Forscherhammer (Mediterranée) | Białaszewicz (Naples-Aquarium) |
| Cl (mg/cm ³) | 15.03 | 22.27 | 12.56 | 22.6 | 22.91 | — | 21.60 | 22.98 | 22.0 | 22.26 | 18.86 | 21.16 | 22.27 |
| K | 8.60 | 2.75 | 10.90 | 1.88 | 2.05 | 0.73 | 2.35 | — | 5.63 | 2.13 | 2.10 | 1.76 | 1.97 |
| Ca | 6.63 | 2.39 | 5.59 | 1.76 | 1.92 | 6.90 | 2.31 | 2.31 | 4.38 | 1.96 | 1.95 | 1.98 | 2.04 |
| Mg | 1.92 | 9.76 | 2.61 | 6.2 | 2.62 | 3.08 | 4.35 | 7.55 | 7.10 | 9.76 | 8.65 | 9.30 | 9.85 |

Wyniki wszystkich naszych analiz zostały przedstawione w tab. II, w której zawartość oznaczonych składników podano w mg na cm³ cieczy badanej oraz w ciężarach atomowych w stosunku do chloru, jako do 100. W celu ułatwienia przeglądu tych danych oraz porównania składu mineralnego cieczy ciała ze składem wody morskiej, przedstawiono je w diagramacie (rys. 1) w postaci punktów, odpowiadających ilościom poszczególnych składników w hemolimfie w stosunku do ich zawartości w soli morskiej. Odległość tych punktów od linii przerywanej, oznaczonej liczbą 100, wyraża w procentach stopień odchylenia względnej zawartości (w stosunku do chloru) danego składnika mineralnego w hemolimfie od jego zawartości w wodzie morskiej. W diagramacie tym dane, dotyczące badanych zwierząt, umieszczono w szeregu zmniejszającej się względnej ilości magnezu, łącząc punkty, odpowiadające temu składnikowi, linią ciągłą:

Tabela II.

| Gatunek zwierzęcia <i>Espèce de l'animal</i> | Stężenie składników mineralnych <i>Concentration des composants minéraux</i> | | | | | | Stosunki atomowe (Cl=100) <i>Rapport atomiques (Cl=100)</i> | | | |
|---|---|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|------|--|-------|------|--|
| | Cl | K | Ca | Mg | S | K | Ca | Mg | S | |
| | mg/cm ³ | mg/cm ³ | mg/cm ³ | mg/cm ³ | mg/cm ³ | | | | | |
| Woda morska — <i>Eau de mer</i> | 22.27 | 0.484 | 0.513 | 1.505 | 1.004 | 1.97 | 2.04 | 9.85 | 5.99 | |
| <i>Arenicola Claparedii</i> | 22.27 | 0.676 | 0.601 | 1.491 | 0.922 | 2.75 | 2.39 | 9.76 | 4.58 | |
| <i>Aphrodite aculeata</i> | 20.07 | 0.492 | 0.453 | 1.396 | 0.861 | 2.22 | 2.00 | 10.14 | 4.74 | |
| <i>Sipunculus nudus</i> | 22.91 | 0.518 | 0.486 | 0.925 | 0.542 | 2.05 | 1.92 | 5.89 | 2.62 | |
| <i>Astropecten aurantiacus</i> | 23.40 | 0.566 | 0.570 | 1.313 | 1.046 | 2.19 | 2.15 | 8.18 | 4.94 | |
| <i>Paracentrotus lividus</i> | 21.98 | 0.496 | 0.520 | 1.267 | 1.033 | 2.05 | 2.09 | 8.40 | 5.23 | |
| <i>Sphaerechinus granularis</i> | 21.95 | 0.496 | 0.512 | 1.298 | 0.977 | 2.05 | 2.08 | 8.62 | 4.92 | |
| <i>Holothuria tubulosa</i> | 23.05 | 0.534 | 0.558 | 1.456 | 1.019 | 2.10 | 2.14 | 9.21 | 4.89 | |
| <i>Pinna nobilis</i> | 22.59 | 0.643 | 0.608 | 1.440 | 0.975 | 2.58 | 2.38 | 9.29 | 4.77 | |
| <i>Maja squinado</i> | 22.26 | 0.523 | 0.493 | 1.490 | 0.835 | 2.13 | 1.96 | 9.76 | 4.15 | |
| <i>Carcinus moenas</i> | 22.98 | — | 0.601 | 1.190 | 0.930 | — | 2.31 | 7.55 | 4.47 | |
| <i>Phallusia mamillata</i> | 24.47 | 0.554 | 0.570 | 1.458 | 0.998 | 2.05 | 2.06 | 8.69 | 4.51 | |
| <i>Ciona intestinalis</i> | 23.54 | 0.504 | 0.520 | 1.316 | 0.734 | 1.94 | 1.95 | 8.15 | 3.72 | |
| <i>Scyllium canicula</i> | 11.20 | 0.463 | 0.182 | 0.163 | 0.121 | 3.75 | 1.44 | 2.12 | 1.19 | |

w ten sposób uwidoczniiono zależność między zawartością magnezu a ilością innych składników mineralnych w cieczach ciała.

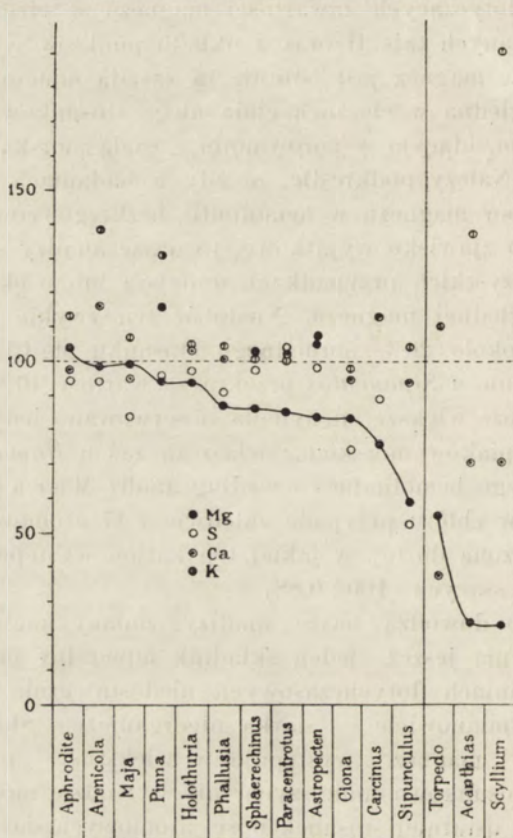
Biorąc pod uwagę wyłącznie zwierzęta bezkręgowce, znajdujemy w naszych analizach potwierdzenie i znaczne rozszerzenie poprzednich obserwacji (Macallum '09/'10, Beth e i B e r g e r '31), dotyczących zawartości magnezu w cieczach ciała. Z przeglądu danych tab. II oraz z układu punktów w diagramacie, wynika, że magnez jest istotnie tą zasadą mineralną, której zawartość względna w cieczach ciała ulega stosunkowo największym wahaniom, idącym w porównaniu z wodą morską w kierunku ujemnym. Należy podkreślić, że gdy w badaniach dotychczasowych niedobór magnezu w hemolimfie bezkręgowców morskich notowano jako zjawisko wyjątkowe, to nasze analizy stwierdzają prawie we wszystkich przypadkach mniejszą lub większą redukcję ilości względnej magnezu. Niedobór ten zwykle obraca się w granicach około 20% normalnego stosunku Mg/Cl w wodzie morskiej, jedynie u *Sipunculus* przekracza wartość 40%. O ile mi wiadomo, jeszcze większe odchylenia obserwowano jedynie u niektórych skorupiaków morskich, zwłaszcza zaś u *Homarus americanus*, w którego hemolimfie — według analiz Macalluma — na 100 atomów chloru przypada zaledwie 1.47 atomów magnezu, t. j. ilość, zbliżona do tej, w jakiej ten katjon występuje w surowicy zwierząt ssących (100 : 0.88).

Jak tego dowodzą nasze analizy, zmiany analogiczne do magnezu ujawnia jeszcze jeden składnik mineralny cieczy ciała, który w badaniach dotychczasowych niedostatecznie brany był w rachubę¹⁾, mianowicie — siarka nieorganiczna. Składnik ten, podobnie jak i magnez, występuje w większości przypadków w ilościach stosunkowo mniejszych, niż w wodzie morskiej: tak np., gdy w tej ostatniej stosunek ilości atomowych siarki do chloru wynosi 0.0499, to w cieczach ciała w jednym tylko przypadku przekracza tę wartość (*Paracentrotus*), dochodząc np. u *Sipunculus* zaledwie do 0.0262. Można ogólnie powiedzieć, że istnieje wyraźna zależność między ilościami siarki i magnezu, ujawniająca się w tem, że hemolimfy, zawierające mniej magnezu, zawierają również mniejsze ilości siarki nieorganicznej: zjawisko to wystę-

¹⁾ Wyjątek stanowi praca Macalluma ('09/'10), który podaje oznaczenia siarki nieorganicznej w hemolimfie dwu bezkręgowców morskich, mianowicie: *Limulus polyphemus* i *Homarus americanus*.

puje szczególnie wyraźnie u tych zwierząt, u których znajdujemy największy niedobór magnezu (np. *Ciona* i *Sipunculus*).

Zależność między ilościami tych dwu składników w hemolymphach zaznacza się bardziej wybitnie, jeżeli będziemy brali pod uwagę stosunek do magnezu nie całkowitej siarki mineralnej, lecz



Diagramat, przedstawiający różnice w składzie mineralnym cieczy ciała zwierząt badanych i wody morskiej.

Diagramme, représentant les différences entre la composition minérale des liquides nourriciers et celle de l'eau de mer.

siarki, pozostałej po nasyceniu powinowactwa jonów wapniowych. Przyjmując, że ilość siarki, wchodzącej w skład siarczanu magnezu, odpowiada różnicy między całkowitą siarką nieorganiczną a siarką, tworzącą siarczan wapnia, stwierdzamy, że stosunek magnezu, znajdującego się pod postacią siarczanu, do cał-

kowej ilości magnezu, jest w cieczach ciała naogół mniejszy, niż w wodzie morskiej: tak np. gdy w ostatnim przypadku wynosi on średnio 0.299, to u *Arenicola*, *Maja* i *Ciona* waha się w granicach 0.217—0.225, u *Sipunculus* zaś równa się tylko 0.119. Zbliżoną wartość, według naszych obliczeń, posiada ten stosunek u *Limulus polyphemus*, badanego przez Macalluma ('09/10). Jest rzeczą zasługującą na uwagę, że u zwierząt, ujawniających niedobór magnezu w surowicy (np. u *Homarus americanus*)¹⁾, oraz u ryb spodoustnych: *Acanthias vulgaris*¹⁾, i *Scyllium canicula*²⁾, ilość siarki nieorganicznej jest tak nieznaczna, że nie wystarcza na pokrycie wapnia.

Fakty powyższe wskazują na specjalne znaczenie siarczanu magnezu, jako na związek najbardziej zmienny, znikający z cieczy ciała przed innymi solami magnezowymi. Nie pozbawiona znaczenia jest okoliczność, że proces ten daje się zauważyć u zwierząt bezkręgowych, stojących na stosunkowo niskim szczeblu organizacji (*Annelides*).

O ile wyniki naszych poszukiwań wskazują wyraźnie na znaczne różnice w zawartości magnezu i siarki nieorganicznej w cieczach ciała, to z drugiej strony dowodzą one, że te ostatnie bardzo zbliżają się do wody morskiej pod względem zawartości wapnia i potasu.

Szczególnie rzucającą się w oczy jest stałość, niemal tożsamość w porównaniu z wodą morską, stosunku wapnia do chloru. Wartość tego stosunku (por. tab. II), równa w wodzie morskiej 2.04, wynosi w cieczach krążących przeciętnie 2.12, wahając się w granicach stosunkowo wąskich od 1.92 (*Sipunculus*) do 2.39 (*Arenicola*). Wyniki nasze pozostają pod tym względem w zupełnej zgodności z analizami Bethego i Bergera ('31), wykonanymi w Neapolu i na Helgolandzie również i na innych przedstawicielach bezkręgowców morskich.

W przeciwstawieniu do względnej zawartości wapnia w cieczach ciała, wartość stosunku K/Cl ulega znacznie większym i naogół nieprawidłowym wahaniom (tab. II i rys. 1). W brew pogładowi Bethego i Bergera ('31), którzy fakt ten również stwierdzili, różnicom w zawartości potasu w hemolimfie nie przypisuje-

1) Według analiz Macalluma ('09/10).

2) Por. tab. III pracy niniejszej.

my szczególnego znaczenia i nie uważamy ich za gatunkowo lub grupowo swoiste. Skłonni jesteśmy raczej je uważać za wyraz zmian funkcyjnych ustroju, zależnych bądź od stanu odżywiania, bądź też od czasu i warunków przechowywania zwierzęcia od chwili połowu. Przekonywującymi w tym kierunku są przede wszystkim nasze obserwacje nad indywidualną zmiennością potasu w hemolimfie krabów *Maja squinado*, znajdujących się w stanie głodu, a następnie — nasze doświadczenia (Białaszewicz '30, '31) nad regulowaniem składu mineralnego w hemolimfie krabów, którym wprowadzono do krwioobiegu nadmiar soli potasowych.

Pomijając te wahania o charakterze indywidualnym i czynnościowym, których bezpośrednich przyczyn nie jesteśmy w możności wyjaśnić, diagramat nasz wskazuje na fakt istnienia nieznacznej nadwyżki potasu w hemolimfie w większości badanych zwierząt: nadwyżka ta wynosi średnio około 10% wartości K/Cl w wodzie morskiej, aczkolwiek w niektórych przypadkach (np. *Phallusia*, *Sphaerechinus*, *Paracentrotus*, *Ciona*) wartość liczbowa tego stosunku jest w obu cieczach prawie identyczna.

W każdym razie w wynikach naszych nie znajdujemy potwierdzenia poglądu, wypowiedzianego przez Bethego i Berger ('31), którzy upatrują tendencje do zwiększania się w cieczach ciała stężenia potasu w związku ze zmniejszeniem się w nich zawartości magnezu. Badania nasze wcale nie ujawniają tego rodzaju zależności, któraby świadczyła o istnieniu wśród zwierząt bezkręgowych zjawiska kompensacji niedoboru jonów magnezowych przez jony potasowe. Natomiast bardzo ciekawe pod tym względem stosunki występują u ryb spodoustnych, u których hipotonja mineralna surowicy jest skompensowana przez duże ilości mocznika (Fredericq, Bottazzi). O ile sądzić można na podstawie przytoczonych analiz (tab. III, rys. 1), widzimy tutaj, w porównaniu ze składem mineralnym wody morskiej, znaczne przesunięcie się stosunku K/Cl na korzyść potasu, przy jednoczesnym bardzo wybitnym zmniejszeniu się ilorazu Mg/Cl, nie dochodzącym jednak do wartości, charakterystycznej dla surowicy wyższych zwierząt ssących.

Dalsze badania nad ewolucją składu mineralnego cieczy ciała u zwierząt kręgowych winny zwrócić specjalną uwagę na ciekawą pod wieloma względami grupę ryb spodoustnych.

Tabela III

| Gatunek zwierzęcia <i>Espèce de l'animal</i> | Cl mg/cm ³ | Stosunek atomowy <i>Rapport atomique</i> (Cl = 100) | | |
|---|--------------------------|--|------|------|
| | | K | Ca | Mg |
| Woda morska. — <i>Eau de mer.</i> | 22.27 | 1.97 | 2.04 | 9.85 |
| <i>Setachia</i> | | | | |
| <i>Torpedo ocellata</i> | 5.07 | 2.16 | 0.77 | 5.58 |
| <i>Scyllium canicula</i> | 11.20 | 3.75 | 1.44 | 2.13 |
| <i>Acanthias vulgaris</i> *) | 9.82 | 2.71 | 1.44 | 2.17 |
| <i>Teleostei</i> | | | | |
| <i>Gadus callaris</i> *) | 6.22 | 5.76 | 2.32 | 1.38 |
| <i>Salmo fontinalis</i> | 4.13 | 5.02 | 3.60 | 0.81 |

*) Według analiz Macalluma ('09/10).

Wnioski.

1°. Ciecze ciała morskich zwierząt bezkręgowych ujawniają naogół znaczną rozbieżność pod względem składu mineralnego w porównaniu z wodą morską. Największe różnice występują w zawartości względnej magnezu, siarki nieorganicznej i w pewnych przypadkach — potasu.

2°. Największy stosunkowo niedobór magnezu występuje w cieczach ciała niektórych przedstawicieli pierścienie i skorupiaków, aczkolwiek prawie wszystkie badane bezkręgowce posiadają mniejszą zawartość magnezu od wody morskiej.

3°. Istnienie prostej zależności między stężeniem magnezu i siarki nieorganicznej wskazuje na siarczan magnezu, jako na najbardziej zmienny składnik mineralny cieczy ciała.

4°. Największą stałość ujawnia stosunek Ca/Cl, którego wartość jest stale zbliżona do stosunku, w jakim te składniki występują w wodzie morskiej.

5°. Stężenie potasu w stosunku do chloru jest w hemolimfie większości badanych bezkręgowców nie o wiele większe, niż w wodzie morskiej.

6°. Znaczną wartość stosunku K/Cl ujawnia surowica ryb spodoustnych przy jednoczesnym znacznym zmniejszeniu się względnej zawartości magnezu. Jeszcze wyraźniej to zjawisko zaznacza się w surowicach ryb kostnoszkieletowych.

Piśmiennictwo.

- Bethe A. u. E. Berger. 1931. Variationen im Mineralbestand verschiedener Blutarten. Arch. f. d. ges. Physiol. 227 (571). Białaszewicz K. 1926. O składzie mineralnym komórek jajowych. Prace Inst. im. Nenckiego. 3, Nr. 52. Białaszewicz K. 1927. Sur la composition minérale des cellules-œufs. Public. della Stazione Zool. di Napoli. 8 (355). Białaszewicz K. 1930. Badania nad zjawiskami regulowania składu mineralnego cieczy ciała. Acta Biol. Exper. 5 (57). Białaszewicz K. 1931. Sur la régulation de la composition minérale de l'hémolymph chez le Crabe. Arch. intern. de Physiol. 35 (98). Bottazzi F. 1897. La pression osmotique du sang des animaux marins. Arch. ital. de Biol. 28 (72). Briggs A. 1922. A modification of the Bell-Doisy phosphate method. Journ. of biol. Chem. 53 (13). Försthammer G. 1865. On the composition of sea-water in the different parts of the ocean. Philos. Trans. 155 (203). Frédéricq Léon. 1904. Sur la concentration moléculaire du sang et des tissus chez les animaux aquatiques. Arch. de Biol. 20 (709). Griffiths A. B. 1892. On the blood of Invertebrata. Proceed. of the Roy. Soc. of Edinburgh. 18 (288). Griffiths A. B. 1893. On the blood of the Invertebrata. Proceed. of the Roy. Soc. of Edinburgh. 19 (116). Hecht G. 1923. Bestimmung des Organkalkes nach de Waard. Bioch. Zeitschr. 143 (324). Kramer B. a. F. F. Tisdall. 1921. The direct quantitative determination of sodium, potassium, calcium and magnesium in small amounts of blood. Journ. of biol. Chem. 48 (223). Kramer B. a. F. F. Tisdall. 1921. A clinical method for the quantitative determination of potassium in small amounts of serum. Journ. of biol. Chem. 46 (339). Macallum A. B. 1903. On the inorganic composition of the medusae, *Aurelia flavidula* and *Cyanea arctica*. Journ. of Physiol. 29 (213). Macallum A. B. 1909/1910. The inorganic composition of the blood in Vertebrates and Invertebrates, and its origin. Proc. Roy. Soc., B. 82 (602). De Waard J. C. 1919. Eine Mikrobestimmung des Calcium in Blut, Serum und anderen organischen Substanzen. Bioch. Zeitschr. 97 (176)

[Institut Nencki, Laboratoire de Biologie Générale, Varsovie].

Romuald Minkiewicz.

**Rôle des facteurs optiques dans les changements de livrée,
chez les Grenouilles adultes. (Etude neurobiologique).**

*Rola czynników wzrokowych w zmianach szaty barwnej żab
dorosłych. (Studjum neurobiologiczne¹).*

(Planches III—VII hors texte, dont une en couleurs).

Reçu le 15 mars 1933.

Sommaire:

Introduction. Sources d'erreurs dans les opinions courantes sur le problème en question.

Chap. I. Influence optique du fond. (Réaction globale). 1. Conditions générales des expériences. 2. Technique de scrutation et de fixation des résultats. 3. Fonds blancs et noirs dans leurs effets chromatoboliques. 4. Mélanocinèse sur des fonds chromatiques s. str.

Chap. II (supplémentaire). Réactions différentielles, individuelles et locales. 1. Amplitude et vitesse des changements de couleur. Races immuables. 2. Variabilité de la bande vertébrale et des taches dorsales. 3. Rapports réciproques des plages roses et vertes, lors des oscillations mélanocinétiques. 4. Changements de couleur de l'iris et du tympan. 5. Facteurs de polychromie.

Chap. III. Rôle des yeux et du derme comme récepteurs de la fonction chromatobolique. 1. Elimination des yeux (sans énucléation). Méthode des capuchons. 2. Rôle de la réaction photodermique. Agents photiques et facteurs optiques. 3. Rôle des facteurs mécaniques. Méthode des capuchons à trous oculaires. 4. Méthode des sacs. Rythme nycthéral de la livrée.

Chap. IV. Fond et plafond. Dos et ventre. 1. Méthode du miroir. 2. Identité foncière de l'effet du fond et du plafond. 3. Période des troubles transitoires. 4. Complications dues au rythmé nycthéral. 5. Divergences entre le dos et le ventre.

Chap. V. Oscillations de l'intensité d'éclairage, et résonnance optique des Grenouilles. 1. Interférence

¹) Rzecz wydana częściowo z funduszów, uzyskanych przez autora.

complexe des facteurs hétérogènes. 2. Oscillations d'addition ou de soustraction de la lumière. 3. Oscillations photoptiques de brève durée, non accompagnées de celles d'intensité lumineuse. 4. Illuminations soudaines dans l'obscurité de la nuit. Réaction photodermique. 5. Obscurité soudaine, dans la journée.

Chap. VI. Dissociation dorso-ventrale de la fonction mélanobolique. 1. Conditions d'éclairage et caractères du phénomène. 2. Manifestations de la dissociation. 3. Variations spécifiques, individuelles et sexuelles. 4. Fond et plafond dans la dissociation. Distance de la source lumineuse. 5. Déterminisme de la dissociation. Lutte entre l'optique et la photique.

Chap. VII. Résistances centrales, et passé optique de l'animal. 1. Durée et stabilité des conditions optiques. 2. Crises de plasticité, et „races” résistantes. 3. Accroissement scalaire (par poussées) de l'amplitude des mélanocinèses de résonance.

Chap. VIII (discussion). Question d'autres facteurs intrinsèques. 1. Rôle des sécrétions posthypophysaires. 2. Question de l'organe pariétal. 3. Questions d'influences antagonistes sympathiques et parasympathiques. 4. Question de la localisation centrale des phénomènes de la résonance optique.

Chap. IX. Addenda disparates, mais nécessaires. 1. Un facteur affectif: la „peur” d'origine optique. 2. Manque d'un oeil. 3. Inanition. 4. Suralimentation. 5. Maladies. 6. Changements chromatoboliques post mortem.

Chap. X. Conclusions générales. 1. Trois sortes de réactions mélanocinétiques. 2. Caractéristiques de la réaction photique. 3. Caractéristiques de la réaction optique. 4. Caractéristiques de la réaction rythmée nycthémerale. 5. Jeu d'interférence des facteurs, dans de différentes conditions d'expériences. 6. Déterminisme photoptique total de la fonction mélanocinétique. 7. Deux groupes de réactions mélanopoïétiques. 8. Réaction histochimique s. str. 9. Réaction histogénétique. 10. Corrélations des réactions disparates homonymes. 11. Potentialité actuelle d'un individu adulte et sa potentialité totale. 12. Symétrie des phénomènes des deux résonances synchromatiques antagonistes. 13. Nature des résistances et de l'inhibition. 14. Etat de repos mélanocinétique et les deux états actifs antagonistes. 15. Différentiation optique de l'ambiance. 16. Mémoire optique non associative. 17. Puissance éducatrice de la durée (optique) homogène.

Introduction.

Sources d'erreurs dans les opinions courantes sur le problème en question.

Bien souvent je me demandais, d'où vint et comment, à l'encontre de la réalité expérimentale la plus élémentaire, a pu se maintenir jusqu'ici cette affirmation des gros traités allemands,

qui préconisait l'entière indépendance des changements de couleur des Grenouilles adultes, de l'organe de la vision, resp. des propriétés optiques du milieu ambiant. R. F. Fuchs, p. ex., écrit aux maints endroits de sa volumineuse synthèse: „bei den bisher untersuchten ausgewachsenen Fröschen (*Hyla, Rana esculenta u. temporaria*), der Einfluss der Augen auf den Farbenwechsel nur eine untergeordnete Bedeutung hat" (14 p. 1543, 1548 etc.). W. Biedermann est encore plus formel: „Bei metamorphosierten Anuren besteht völlige Unabhängigkeit der Hautfarbe von den Augen" (26 p. 285).

Ajoutons que, dans ces assertions négatives, l'on récusait aux facteurs optiques, non seulement un rôle dans les changements de livrée brusques et transitoires, dits „physiologiques" et que nous allons appeler mélanocinétiques, vu qu'ils consistent en une rétraction resp. une expansion du pigment mélanique, mais aussi un rôle dans les changements lents et durables, dits „morphologiques" et auxquels nous avons donné le nom des mélanopoïétiques, par ce qu'ils sont caractérisés par une forte production de la mélanine, manifestée dans l'intensification de la coloration brune. A ce dernier effet, R. F. Fuchs s'exprime comme ceci: „Echte Zeichnungsänderungen sind mir nicht bekannt geworden; die einmal bestehende Flecken u. Binden bleiben bei den Amphibien konstant, sie wechseln nur in Sichtbarkeit durch Aenderung der Helligkeit der Grundfärbung" (14 p. 1476).

Or, une simple expérience d'élevage, pourvu que celui-ci soit fait dans des conditions d'éclairage et d'écran optique appropriées, et qu'il soit mené durant un temps suffisamment long, est de nature à apporter un dementi le plus formel à l'affirmation toute gratuite de M. Fuchs. C'est ce que nous venons de faire dans une étude, consacrée spécialement à la mélanopoïèse chez les Grenouilles vertes adultes (R. Minkiewicz '33a). L'on y trouvera une documentation suffisante de la réalité des changements de livrée, déterminés par des facteurs optiques seuls, et qui ne consistent pas seulement en un accroissement formidable de la masse du pigment et du nombre des mélanophores, mais s'extériorisent dans d'énormes changements du dessin ventral, dus à l'apparition de maintes taches nouvelles ainsi qu'à l'évolution, en forme et grandeur, des taches anciennes.

Après douze ans d'expériences fort variées et d'élevage jamais interrompu, nous sommes arrivé à nous rendre compte des diverses sources d'erreurs, dans les affirmations précitées. Nous en avons trouvé cinq. — 1. La première, c'est d'avoir, trop souvent, employé un matériel vivant inadéquat, comme l'est p. ex. la Rainette (*Hyla arborea*) qui, en matière de la fonction chromatobolique, représente justement un type „tactil”, chez lequel la consistance, la rugosité, l'humidité et autres propriétés semblables jouent un rôle prépondérant, voire même exclusif. Par conséquent, l'on n'avait pas le droit de généraliser les conclusions tirées d'expériences faites sur des Rainettes, et surtout de les appliquer à des Anoures du type franchement „visuel”, comme le sont nos Grenouilles vertes et rousses (*Rana ridibunda—esculenta—Lessonae* et *R. arvalis* et *temporaria*). — 2. La deuxième source d'erreurs, c'était l'application des intensités d'éclairage trop fortes qui, dans les conditions du laboratoire, annihilent les influences optiques du fond. Afin que celles-ci puissent développer pleinement leurs caractéristiques différenciées, les expériences en question demandent une lumière diffuse du jour. — 3. La troisième source d'erreurs, c'est qu'on n'avait étudié que l'effet chromatobolique dorsal qui, souvent, est bien moins marqué que celui du ventre, à cause d'un fort développement sur le dos des pigments carotinoïdes qui ne changent que très peu, ou pas du tout. C'est de cette source, surtout, que vint la contestation du pouvoir mélanopoïétique des Grenouilles adultes. — 4. La quatrième source d'erreurs, c'est l'étonnante méconnaissance du rythme nycthémeral de la livrée qui, pourtant, n'a jamais manqué chez aucune des cinq espèces de *Rana* que nous avons étudiées. Dans les conditions d'éclairage diffus du jour, ce rythme consiste en un éclaircissement nocturne de la livrée, dû à une rétraction de la mélanine, et en son rembrunissement diurne, dû à une expansion du pigment. Le rythme nycthémeral s'exerce tout indépendamment de la couleur du fond sur lequel l'animal séjourne, ce qui peut induire en de conclusions fautives, si l'on ne prend soin d'attendre quelques heures jusqu'à ce que la tendance diurne du rythme ne soit maîtrisée par l'influence croissante des propriétés optiques de l'écran. — 5. La cinquième et dernière source d'erreurs vient de ce que l'élevage des Grenouilles

sur des fonds colorés n'avait pas duré autant qu'il était nécessaire afin d'obtenir des résultats positifs, surtout en fait de la prétendue immuabilité du dessin de la coloration. En d'autres termes, l'on n'a pas tenu compte d'un facteur aussi puissant que l'est le passé optique d'un individu (R. Minkiewicz '31). Car, bien souvent, ce n'est qu'après une fort longue période d'attente, pouvant durer des mois, que les résistances centrales se trouvent enfin vaincues, et les Grenouilles changent de couleur pour l'adapter, d'une manière aussi synchromatique que leur soit possible, aux valeurs optiques du fond. Ce n'est aussi qu'après une période de latence fort considérable que s'éveille, chez des Grenouilles séjournant sur un fond noir, une formidable potentialité mélanopoïétique pouvant aller jusqu'à changer un vert-jaunâtre du dos d'une *R. lessonae* en un noir de sépia, et un blanc immaculé de son ventre en un noir, zébré de méandres blancs.

Cette énumération des multiples et hétérogènes sources d'erreurs, dans l'évaluation courante (surtout, chez les auteurs allemands) du rôle des yeux et des facteurs optiques dans le déterminisme complexe des changements de coloration chez les Grenouilles adultes, contient, eo ipso, le programme de la présente étude, dans ses grandes lignes.

Chapitre I.

Influence optique du fond. Réaction globale.

1. Conditions générales des expériences.

Dans chaque série d'expériences, tous les facteurs accessoires, tels que température, éclairage, qualité de l'eau, alimentation etc., étaient identiques pour tous les animaux de la série. Si un de ces facteurs subissait dans la journée, ou dans la période totale d'expériences, des oscillations quelconques, celles-ci touchaient d'une manière égale tous les animaux de la série. A cette fin, les récipients d'une série avaient tous même forme, mêmes dimensions, mêmes propriétés mécaniques (rugosité, relief du fond) et photométriques (transparence et perméabilité panchromatique). Ils étaient alignés, l'un à côté de l'autre, de façon à être éclairés tous également par la

lumière diffuse du jour passant par deux énormes fenêtres. Au besoin, on en changeait de place, en mettant ceux à un fond chromatique donné tantôt à droite, tantôt à gauche, tantôt au milieu de la série. Le niveau de l'eau y était de 0,5—1,5 ctm. Les fenêtres, durant les jours de soleil, étaient couvertes du papier de soie blanc, ne laissant ainsi passer qu'une lumière diffuse dont l'intensité variait, naturellement, dans la journée et d'une journée à l'autre, suivant le temps qu'il faisait et la saison, mais dont les oscillations touchaient tous les animaux de la série à la fois et d'une manière égale.

L'on n'employait, dans une série d'expériences, que les Grenouilles appartenant à la même espèce stricte de *Rana*; soit donc à la *ridibunda* Pall., soit à la *esculenta-esculenta* (L), soit, enfin, à la *Lessonae Camer*¹⁾. En outre, les spécimens y étaient toujours sélectionnés suivant la taille (l'âge) et le type de livrée, c'est-à-dire, suivant la présence ou l'absence du vert dans le fond du dos, suivant l'intensité mélanique de celui-ci, ou bien, s'il le fallait, suivant l'état et le caractère de la pigmentation du ventre.

Quand c'était nécessaire, les animaux étaient mis à une épreuve préalable de l'impressionabilité optique de leur coloration et „égalisés”, à cet effet, par l'élevage d'un mois sur un fond „neutre”, le plus souvent sur un rayon de verre poli, éclairé d'en bas par la lumière du jour reflétée d'un grand miroir incliné à 45°, et d'en haut, par la même lumière venant directement de la fenêtre (= „fond neutre” ou „miroir”, tout bref).

Les animaux étaient alimentés à l'heure fixe, tantôt avec des vers de terre, tantôt avec des larves du *Tenebrio molitor*, parfois avec des blattes, (rarement — dans la série des Grenouilles jeunes—avec des mites de la farine), selon les provisions du laboratoire. S'il leur arrivait de jeûner, un ou plusieurs jours, ils jeûnaient tous, sans exception.

Bref, n'étaient différents, pour les partenaires d'une série, que les facteurs dont on étudiait l'influence sur la coloration: les propriétés optiques du fond.

¹⁾ D'une manière suivie, nous n'avons travaillé que sur des Grenouilles vertes. Mais, nous tenons à faire remarquer que les Grenouilles rousses (*R. temporaria* L. et *arvalis* Nils.), qu'on prenait de temps en temps en guise de comparaison, nous avaient donné toujours les mêmes résultats que les Grenouilles vertes.

Chaque série ayant affaire à nombre de spécimens à la fois, force nous était de mettre les écrans optiques non seulement dessous nos récipients, mais encore de les replier un peu sur les parois de ceux-ci, afin que les Grenouilles n'aient pu voir que ce qui leur était destiné et non pas ce qui l'était à leurs voisins. Seule, la paroi exposée du côté des fenêtres, donc libre de tout voisinage, était dépourvue du papier d'écran.

Ainsi, les conditions de nos expériences comprenaient déjà, eo ipso, les éléments d'un premier contrôle nécessaires. Une deuxième étape de contrôle était fournie par les „changements de fond”, par les transferts des Grenouilles d'un écran coloré sur un autre soit franchement antagoniste du premier, soit plus ou moins différent de lui, selon le cas.

2. Technique de scrutation et de fixation des résultats.

Outre l'observation directe continue ad oculos suivie des notes verbales — ce qui est un bien piètre moyen en matière chromatologique — nous avons eu recours, lors des étapes successifs des changements de livrée, à l'aide des Codes de Couleurs, surtout celui des Chrysanthémistes (Dauthenay '05), mais aussi de Klincsieck et Valette ('07).

Pour une fixation objective des couleurs, à l'exclusion de l'observateur intéressé, nous nous sommes adressé à de personnes n'étant pas au cours de nos résultats ni des problèmes stricts du moment. La majeure partie de nos innombrables esquisses à l'aquarelle sont de M-me St. Dembowska, protistologue-morphodynamiste. Quelques unes, de M-me Marthe Pilewicz, physiologiste-chimiste. Quelques autres, enfin, de M-me Christine Waszkiewicz, artiste-peintre. Nous tenons à coeur d'exprimer ici, à ces dames, notre profonde et sincère reconnaissance.

Quant à photos, quiconque a essayé d'en prendre sur des Grenouilles du côté dorsal, se rend bien compte de ce que, en délicate matière qui nous occupe ici, la chose est quasi impossible. Une Grenouille laissée libre, ne tiendra pas sur place, et son dos présente des différences de niveau trop grands. Une Grenouille dont on a eu soin d'attacher les extrémités et d'aplanir le dos à l'aide d'une plaque de verre poli, changera immédiatement sa teinte, en rétractant le pigment mélanique. L'on n'a donc pu appliquer la photo que pour fixer les changements mélanoboliques du ventre, et ceci à partir du moment quand, grâce à notre méthode du miroir à 45°, nous nous sommes aperçu de la haute mobilité des couleurs ventrales. Le dispositif consistait en une grande étagère à deux rayons (pl. VI fig. 13), dont le supérieur était en verre poli. C'est là qu'on plaçait les récipients à Grenouilles. Sous ce rayon vitré, faisant avec lui un angle de 45°, était fixé un miroir des mêmes dimensions que la vitre. Sur le rayon inférieur (en bois) qui se trouvait au niveau de la traverse inférieure du

dormant de la fenêtre, on installait l'appareil photo de manière que l'image verticale du ventre de la Grenouille se trouvât juste devant l'objectif, ce qui permettait de fixer toute oscillation mélanocinétique, même faible et passagère, sans déranger l'animal qui ne pouvait voir les manoeuvres de l'opérateur. C'est M. Z. C z e r n i e w s k i, notre assistant et collaborateur zélé, qui a eu l'amabilité de se charger de cette besogne.

La fixation de la livrée dorsale à l'aquarelle, présentait souvent aussi des difficultés considérables, surtout au cas des fonds clairs, jaunes et blancs. Afin de pouvoir procéder à une analyse comparative exacte des teintes déterminées par les fonds différents, il aurait fallu placer toutes les Grenouilles, au moment où l'on allait les dessiner, sur un fond „neutre”. Hélas! ce n'est pas possible, vu l'excessive sensibilité mélanocinétique de nos animaux vis-à-vis tout changement de la valeur optique du fond. Donc, on les dessinait forcément sur leurs fonds d'élevage. D'autre part, tout transfert d'une Grenouille, même avec son fond d'élevage, sur une table à dessiner plus près de la fenêtre, provoque, au cas des fonds clairs, un changement de teinte considérable, à la suite de l'oscillation subite de l'intensité d'éclairage. Pour cette raison, quand les détails de coloration n'entraient pas dans nos buts, nous avons demandé aux dessinateurs de ne reproduire que le ton général de la livrée, afin qu'ils eussent le temps de fixer son caractère avant que l'oscillation parasite ne l'eût troublé. En réalité, le danger ne fut pas aussi grand que ça, vu la remarquable constance de l'effet produit par chaque écran optique. Toutefois, nos figures n'en donnent que des différences submaximales.

3. Fonds blancs et noirs, dans leurs effets chromatoboliques.

A l'éclairage diffus du jour, l'effet chromatobolique se trouve totalement déterminé par les propriétés optiques du fond, sur lequel l'animal séjourne. Conformément aux propriétés antagonistes des fonds blancs et noirs, leurs effets sont aussi invariablement antagonistes. Sur un fond blanc, c'est un éclaircissement de la livrée, poussé le plus loin possible, qui se produit (Pl. I et II, fig. 1, 5 a, 7, 8). Sur un fond noir, c'est un rembrunissement maximal (Pl. I et II, fig. 2 et 8 a) qui a lieu. Les deux effets étant conditionnés par des réactions mélanocinétiques opposées de tous les mélanophores¹⁾ du derme (et du corps tout entier), à savoir:

¹⁾ Nous n'avons à nous occuper ici des réactions d'autres groupes de chromatophores, soit des xanthophores (resp. des „érythrophores” que nous avons trouvés en masse chez toutes les *Lessonae* polonaises) soit des leucophores, leur rôle dans les phénomènes en question étant absolument insignifiant, sinon nul.

le premier par une réaction négative (—) de rétraction du pigment, le deuxième par une réaction positive (+) de son expansion.

Les différences d'intensité de la lumière incidente du jour, donc aussi celles de la lumière reflétée par l'écran du fond, trouveront leur expression dans l'amplitude d'éclaircissement ou de rembrunissement; mais, elles ne sont pas à même ¹⁾ de faire changer le caractère positif ou négatif de la réaction, qui ne dépend que des valeurs optiques du fond: dans le cas actuel, de son „blanc”, ou de son „noir”.

Ce qui se trouve confirmé par l'effet d'interversion des influences optiques, par transfert des Grenouilles claires du fond blanc sur le fond noir, et vice versa. Après un temps, dont la durée dépend des facteurs qui seront analysés dans des chapitres subséquents, l'effet mélanocinétique se trouvera interverti, en rapport avec le caractère optique des nouveaux fonds ²⁾.

Une autre preuve est donnée par le transfert des animaux des deux fonds antagonistes, à la fois, sur un fond neutre, celui du miroir, p. ex., ou du papier gris. En dépit de ce que l'intensité d'éclairage demeure la même, les animaux y prendront tous, après quelque temps, une teinte intermédiaire, quasi-neutre.

De cette manière, le résultat final de la réaction mélanocinétique du derme, déterminée par les facteurs optiques du milieu ambiant, montre chaque fois une tendance synchromatique bien manifeste. Mais, entre cette tendance-ci et une résonance chromatique parfaite, la distance demeure énorme et, pour la plupart des nos Grenouilles, absolument infranchissable de par la nature de leur livrée, souvent trop hétérogène et trop polychrome.

Dans notre cas des fonds blancs et noirs, l'effet synchromatique le plus prononcé apparaît chez les Grenouilles à coloration terne, où le vert n'est pas représenté du tout, ou très peu. Il n'est pas difficile d'en assortir de tels spécimens parmi l'étonnante diversité des *ridibundae*; c'est ce que nous avons fait dans nos séries de 1919—22. Les figures 4—7 et 22 (pl. I et VII) en donnent quelques échantillons. Quand le nombre de mélanophores dans leur

¹⁾ Si, toutefois, elles se maintiennent dans les limites de la lumière diffuse du jour. (Restriction indispensable! voir le chap. VI).

²⁾ Abstraction faite des troubles transitoires, à la suite de l'oscillation brusque d'éclairage lors du transfert, dont il sera question plus loin (chap. IV et V).

derme est suffisamment grand, l'effet synchromatique s'y montre développé dans les deux sens de la réaction, tant par rapport au fond blanc que par rapport au fond noir. Chez de *ridibundae* à faible contenu en mélanophores, seul le synchromatisme avec le fond blanc montrera un effet utile.

Les races de *l'esculenta-esculenta* au vert vif, ainsi que certaines *Lessonae* à mosaïque des plages vertes et rouges (ou roses), ne peuvent pas donner un effet synchromatique d'éclaircissement. Et dans le cas, où leur derme est pauvre en mélanophores, elles n'en donneront, non plus, celui de rembrunissement. Au cas contraire de richesse en mélanine, leur résonance synchromatique avec le fond noir peut bien aller jusqu'à montrer une livrée toute noire.

Cependant, les éléments phénogénétiques colorés tels que les plages vertes ou rouges, taches vertes ou olivâtres, bandes jaunes ou vertes etc., une fois qu'ils soient présents dans la livrée dorsale d'un individu, ne peuvent y être détruits par l'action optique des fonds, quelle longue qu'elle ait été. Car celle-ci, tout en mettant en jeu les formidables ressources de la fonction mélanobolique, ne peut que rendre ces éléments plus voyants (sur un fond blanc), ou bien plus effacés, jusqu'à les faire totalement invisibles (sur un fond noir). Et, justement, ces effets extrêmes d'éclaircissement (Fig. 4—7, 8) ou de rembrunissement (Fig. 2—3, 8a, Pl. III, IV), en dépit de l'impuissance constitutive de détruire les couleurs du phénotype, sont d'autant plus admirables dans l'amplitude de leur résonance optique¹⁾.

L'influence du fond n'est pas limitée à la partie dorsale du derme, mais l'enveloppe aussi sa partie ventrale. Les couleurs du ventre étant, chez nos Grenouilles, bornées au blanc et noir seuls, la résonance avec le fond y mène souvent à des effets synchromatiques sensiblement plus parfaits que ne le sont ceux du dos. Pourtant, au point de vue finaliste, ces effets seraient absolument inutiles, le ventre des Grenouilles ne se trouvant jamais exposé à la vue de leurs ennemis. L'observateur lui-même ne peut suivre ce qui s'y passe qu'en plaçant l'animal sur du verre audessous duquel se trouve un miroir incliné à 45°.

¹⁾ Les Grenouilles rousses, *temporariae* et *arvales*, présentent souvent des effets extrêmes non moins étonnants.

Ajoutons toutefois que, dans les effets de résonance extrêmes, obtenus à force d'un long élevage continu sur un fond déterminé, prennent part, outre les ressources de la fonction mélanocinétique, aussi celles de la fonction mélanopoïétique, et notamment: 1^o, au cas du fond noir, c'est, sur le dos, un accroissement diffus de la masse du pigment et du nombre de mélanophores, tandis que sur le ventre, un accroît en nombre et dimensions des taches (des amas de mélanophores); 2^o, au cas du fond blanc, c'est le processus inverse, beaucoup plus lent et moins prononcé, celui de la mélanophthie, consistant en un décroît de la masse du pigment et du nombre de mélanophores, et parfois aussi, en un décroît en nombre et dimensions des taches ventrales (R. Minkiewicz '33 a).

4. Mélanocinèse sur des fonds chromatiques s. str.

Ce problème se heurte contre de graves difficultés techniques qui renferment également autant des fautes de méthode, à savoir: 1^o, l'impossibilité d'employer des écrans monochromatiques, l'industrie des colorants ne sachant nous en fournir; 2^o, décoloration rapide de tous les papiers colorés à la lumière, même à la lumière diffuse, ce qui fausse les résultats et nécessite réchange perpétuel; 3^o, c'est que les couleurs d'écrans plus saturées sont aussi plus foncées, ce qui fait, peut-être, entrer en jeu un facteur étranger à la chromatique pure, celui du „noir”, resp. du „gris”, différemment gradué.

Cependant, il n'y a pas d'autre moyen que de choisir les meilleurs papiers parmi ceux que le marché nous offre, d'en essayer les diverses variétés et nuances, de déterminer leur caractère chromatique et leur saturation d'après les catalogues de couleurs, et d'en indiquer les valeurs photochimiques relatives, en comparaison avec celles de nos papiers blancs, noirs et gris. C'est, justement, ce que l'on trouvera sur notre planche V, ainsi que sur le tableau ci-joint dont la disposition est calquée sur celle de la planche.

S'il ne nous a pas été donné de savoir ce qu'on pourrait obtenir avec des écrans monochromatiques et à égales intensités de radiation, toutefois les résultats obtenus avec les fonds colorés dont nous disposions, sont assez intéressants et, souvent, tout inattendus. Les voici.

Premier fait. Les différents papiers d'une couleur (p. ex. les jaunes), en dépit de leurs différences de nuance, de saturation, de texture et de structure superficielle (qui les faisait tantôt lisses et glacés, tantôt rugueux ou veloutés), déterminent toujours un effet mélanocinétique d'une certaine catégorie, facile à distinguer de celle déterminée par de papiers d'une autre couleur (p. ex. les violets).

Tableau I.

Caractéristiques des papiers de couleur employés.

| | 1 | 2 | 3 |
|-----|---|--|--|
| I | Blanc carné 1 — glacé, fort | Blanc glauque 1 — mat, fort | Blanc glauque 1 — de soie, quadruplé |
| II | Jaune d'Auréoline 1 N° 211 glacé, fort | Jaune citron 1 N° 202/206 de soie, sur p. glacé | Jaune primevère 2 N° 201 (?) de soie, quadruplé |
| III | Vert de gris 3 (?) N° 331 (?) mat, fort | Vert de Chypre 3 N° 326 (?) de soie, sur p. mat | Vert malachite 2 — de soie, quadruplé |
| IV | Bleu marine 1 (?) N° 432 (?) mat, fort | Bleu d'outremer 3 N° 431/427 de soie, sur p. mat | Bleu marine 1/2 N° 432 (?) de soie, quadruplé |
| V | Gris pur 2 — mat, fort | Rouge sang 4 N° 1 mat, tapête, rugueux | Noir violacé 1 (?) — de soie, sur tapête |
| VI | Ardoise 1 — mat, p. de Hering | Rouge vermillon 1/2 (?) N° 1/16 (?) de soie, sur tapête | Noir pur 4 — tapête, mat, rugueux |
| VII | Bleu d'aniline 4 (?) N° 506 (?) mat, fort | Violet de violette 2 (?) N° 501/502 de soie, sur tapête. | Violet de violette 3 (?) N° 502 de soie, quadruplé |

Explication du Tableau I. Caractéristiques des papiers de couleur, employés comme écrans du fond, ou du plafond, de nos récipients. Disposition du Tableau est identique à celle de notre Planche V (Fig. 12 A et B). La première ligne de chaque rubrique donne les déterminations des couleurs et nuances d'après le „Répertoire“ des Chrysanthémistes; la deuxième les N° du „Code“ de Klincksieck. Un signe d'interrogation indique que la couleur n'a pu être identifiée, et n'est déterminée qu'approximativement. Troisième ligne donne les propriétés physiques. Les traits doubles délimitent les couleurs; les traits simples — les nuances d'une couleur.

Deuxième fait. Les écrans qui se trouvent à deux bouts opposés de l'échelle des changements chromatoboliques provoqués, sont les jaunes et les violets: les jaunes — comme puissant facteur d'éclaircissement de la livrée des Grenouilles, les violets—comme puissant facteur de rembrunissement. (Pl. III).

Troisième fait. En ce qui concerne l'amplitude des changements provoqués, l'action des fonds chromatiques s. str. n'est pas inférieure à celle des fonds achromatiques (blancs et noirs), mais, souvent, la surpasse. Ainsi, chez les jeunes *ridibundae* de 3—4

ctm. de taille, le jaune détermine constamment un éclaircissement plus fort (Fig. 4a, 6, Pl. III) que l'est celui du fond blanc (Fig. 1, 5a, 7, Pl. III), et le violet (Fig. 3, Pl. III) se montre égal au noir (Fig. 2, Pl. III), en déterminant une rétraction du pigment maximale bien que pour notre oeil à nous, ainsi que pour les plaques, son intensité soit de beaucoup moindre, comparée à celle du noir (Fig. 12 A et B, Pl. V).

L'action des fonds rouges, verts et bleus s'était montrée intermédiaire entre celles du jaune et du violet, dont elle se délimitait toujours nettement. Bien que les effets de ces trois couleurs n'aient pas présenté des différences parfaitement caractéristiques les uns vis-à-vis les autres, l'élevage plus prolongé permet, tout de même, d'en distinguer deux groupes, où le rouge soit égal au vert, et le bleu égal au gris (et au miroir, aussi). Comparée à l'effet photographique des mêmes écrans, la chose est remarquable; car, en photographie, nos écrans rouges se montrent égaux aux noirs, tandis que les verts se montrent identiques aux violets (Fig. 12 A et B, Pl. V).

Afin de pouvoir mieux se rendre compte de ces rapports, voici le tableau de la gradation de l'effet photographique de nos écrans (série supérieure), comparée à celle de leur effet mélanorétracteur¹⁾ (série inférieure).

Au point de vue du synchronatisme s. str., l'effet des fonds colorés est bien médiocre et, pour la plupart de ces fonds, plutôt nul. L'élevage le plus long ne saura faire naître, chez nos Grenouilles, une couleur consonnante (p. ex. rouge, au cas d'un écran rouge) dont elles étaient dépourvues de par leur constitution génétique, ni de détruire une couleur discordante (p. ex. verte, dans le cas d'un écran rouge) dont elles étaient pourvues. Combien loin l'on est ici de cette plasticité synchronomatique presque illimitée (dans le domaine des chromas s. str.) que nous avons autrefois analysée chez la crevette *Hippolyte varians* (R. Minkiewicz: '08 a et b, et, surtout '14—17)!

¹⁾ Il ne sera pas déplacé de faire rappeler ici les résultats des expériences que M-me St. Dembowska ('22) avait faites dans notre laboratoire, sur la vitesse de multiplication du *Paramaecium caudatum* sous l'action des mêmes fonds chromatiques, et à la lumière du jour. La gradation de l'effet positif observé s'y présentait comme suit:

(obscurité) → bleu → blanc → rouge → vert (violet?) → noir → jaune

Tableau II.

Gradation comparée de l'effet mélanocinétique et de l'effet photographique de nos papiers de couleur.

| | | | | | | | |
|-----------------------|-------------------|------------------|-------------------|--------|---------|-------|---------------|
| Réduction de l'argent | noir rouge} → | jaune → | vert violet} → | gris → | blanc → | bleu | Effet maximal |
| Rétraction du pigment | noir violet} → | rouge vert} → | bleu gris} → | → | blanc → | jaune | |

En présence de ces faits et de ces inconvenients, et vu l'identité de l'effet chromatobolique du couple des couleurs antagonistes: jaune—violet, avec celui du couple antagoniste: blanc—noir, les étapes subséquentes de notre étude du déterminisme optique de la fonction chromatobolique chez les Grenouilles, ont été mené, presque exclusivement, en employant les écrans blancs et noirs.

Chapitre II (supplémentaire).

Réactions différentielles, individuelles et locales.

1. Amplitude et vitesse des changements de couleur. Races immuables.

Mises sur un fond blanc, les Grenouilles, surtout fraîchement capturées, présenteront toute une échelle des différences individuelles de leur potentialité chromatobolique. Les unes changeront de couleur rapidement, d'autres le lendemain, d'autres encore après plusieurs jours ou semaines; il en aura, enfin, qui n'auront subi aucun changement appréciable durant des mois et des mois.

Ce fait n'a rien à voir avec l'âge (taille) ni avec l'espèce stricte de nos Grenouilles vertes. Parmi un certain nombre des *Lessonae*, p. ex., de même taille, placées l'une à côté de l'autre, l'on trouvera bien rarement deux qui réagiraient d'une manière synchronique. Ceci concerne aussi bien la livrée dorsale que ventrale.

Tout comme la vitesse de la mélanocinèse, son amplitude présente aussi des fortes variations individuelles, même chez des animaux originellement très semblables entre eux. Voici deux petites *Lessonae* de 4 cm. aux yeux verts (fait bien rare!) et à coloration du dos d'un *Vert mousse*, toutes les deux. Tandis que l'une (a), après un long élevage sur le noir ne nous a pas montré de changement de couleur appréciable, l'autre (b), dans le même laps de temps, a passé toute une énorme échelle de rembrunissement, jusqu'au *Vert barbedienne* 4.

Un autre exemple. De deux grosses *ridibundae* (de plus de 10 cm.) d'un brun chocolat d'ordre approximatif 115/130 de Klincksieck (impos-

sible de les déterminer autrement qu'en superposant mentalement la couleur Nr. 115 sur celle Nr. 130), mises sur du blanc, l'une donne un éclaircissement du type 140/145, tandis que l'autre celui du type 172/167.—Et ainsi de suite.

Dans chacune de nos trois espèces de Grenouilles vertes, il se ren contre des individus (des races?) dont l'amplitude d'oscillations mélanocinétiques sur des fonds antagonistes se montre égale à zéro, dont la livrée résiste à l'action des facteurs optiques, demeurant en dissonance éclatante avec l'écran sur lequel l'observateur les avait mises. Et ce n'est souvent que la mort qui amène un changement de couleur, mais sans aucun rapport avec la couleur de l'écran, ce changement post-mortal étant toujours un éclaircissement.

Comme „races immuables”, nous avons noté les trois types chromatiques que voici: 1-er type, les *ridibundae homochromes*, de taille forte et moyenne, d'un Noir rougeâtre 4, sans bande vertébrale et à taches invisibles, ou à peine (Fig. 21, Pl. VII); 2-me type, les *esculentae esc.* claires, de forte taille, d'un vert-jaunâtre ou jaune-verdâtre (p. ex., *Vert bistré 2*, ou No. 207 de Klincksieck), à bande vertébrale peu distincte et à un nombre très restreint de taches dorsales, toutes fort petites, même celles des fémurs (Fig. 23, Pl. VII); 3-me type, les *Lessonae* d'un *Vert mousse* ou *Vert pré*, à ventre blanc immaculé et, parfois, à iris verts (nous en reparlerons par la suite).

Il y en a, sans doute, d'autres types encore. Sont-ils tous réellement immuables, de par leur constitution génétique? ou bien, n'entre-t-il pas ici en jeu des facteurs embiontiques, écologiques, donc, au fond, purement physiologiques, qui auraient simplement limité à l'extrême leur plasticité de résonance, sans l'annuler, pourtant? C'est ce que nous essayerons de débrouiller dans un des chapitres ultérieurs (Chap. VII).

Quoiqu'il en soit, l'individualité génétique y tient sa part d'une façon des plus manifestes. Nos expériences et nos élevages les plus longues possibles n'arrivent jamais à faire réagir les différents types de Grenouilles, à un même moment avec une même amplitude mélanocinétique. Et le chercheur ayant fait bonne connaissance de ses animaux, saura le délai dans lequel il trouvera telle ou telle autre Grenouille en résonance avec un nouveau fond coloré, et au degré qui est propre à cet individu.

Ceci se rapporte à la livrée ventrale qu'à celle du dos, également.

2. Variabilité de la bande vertébrale et des taches dorsales.

Nous n'avons parlé jusque-là, et nous ne parlerons dans les chapitres subséquents, que de l'effet chromatobolique global, c'est-à-dire, des changements de teinte générale, laissant de côté les différences de détail qui peuvent avoir lieu dans de divers éléments de la livrée dorsale. Pour le problème que nous nous sommes posé, les variations locales n'ont aucune importance, comme relevant entièrement des différences de structure histologique. Mais, per se, ils ne sont pas dépourvus d'intérêt et méritent quelque attention.

a). La ligne ou bande vertébrale n'apparaît qu'en vertu de sa coloration plus claire par rapport à celle du fond de dos. Parfois, elle est à peine marquée, ou bien manque totalement, ce qui peut avoir lieu chez chacune des trois espèces étudiées. Si l'absence de la ligne vertébrale est constitutionnelle (génétique), la livrée dorsale demeure indivise et unie sur tous les fonds, donc aussi bien dans sa phase d'extrême rembrunissement que dans celle d'éclaircissement extrême. Mais, souvent l'on voit le cas contraire, c'est-à-dire, qu'une Grenouille à dos apparemment indivis, montre dans certaines conditions optiques une bande vertébrale bien distincte. Généralement, ceci se produit sous l'action éclaircissante du fond blanc ou jaune; mais, l'inverse peut aussi avoir lieu.

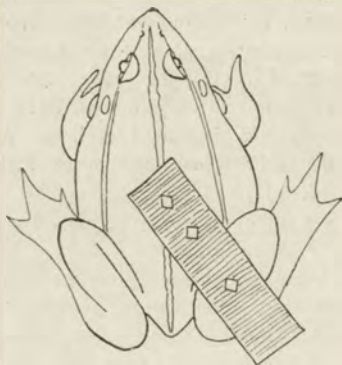


Fig. 1. Méthode d'investigation des changements de couleur des taches dorsales, à travers les trous dans une bandelette de papier blanc ou noir, appliquée sur le dos d'une Grenouille.

1-er exemple: une *esculenta esc.* à dos vert-clair indivis (Fig. 8, Pl. IV), sous l'action du fond noir rembrunit très fort ses deux champs dorsaux jusqu'à les rendre presque noirs (Fig. 8a, Pl. IV), sans arriver à faire changer le vert clair de sa ligne vertébrale. — 2-me ex.: une forte *ridibunda* d'un vert sale du type *Olive passée 4* qui, dans sa phase de rembrunissement, ne montre pas trace de ligne vertébrale, dans sa phase opposée, quand le fond du dos passe à un *Vert olive 3*, développe une bonne bande d'un *Bleu médicis 1/2* ou même, parfois, d'un *Glaucque d'Abiès 4*. — 3-me ex.: une autre *ridibunda* de forte taille, d'un brun-chocolat du type 115/135 de Klincksieck et à dos uni dans cette phase, montre, dans la phase claire, une ligne bien distincte du type 228 B, sur un dos du type 172/167.

b). Les taches dont est muni le dos de presque toutes les Grenouilles vertes (à de rares exceptions près), sont considérées généralement comme immuables et n'apparaissant plus ou moins nettement, et jusqu'à devenir indistinctes, qu'à la suite des changements du fond de la livrée. En réalité, ce n'est pas ainsi, bien s'en faut. Si l'on a soin de cou-

virer une partie du dos avec une bandelette de papier blanc ou noir muni de trous de ca 16 mm carrés, à travers lesquels l'on observe une tache choisie (Fig. 1 du texte), l'oeil de l'observateur, affranchi ainsi de l'influence du contraste variable de la livrée qui change, saisit d'une façon des plus nettes que, chez bien d'individus, la couleur des taches non seulement oscille sous l'action optique des divers écrans, mais que l'amplitude de ces oscillations souvent égale, voire dépasse celle des oscillations du fond de dos.

Voici, p. ex. chez une *ridibunda* brun-chocolat (citée sous *a*, 3-me ex.), les taches, dans la phase de rembrunissement, présentent une teinte du type 240/205 de Klincksieck, tandis que dans la phase d'éclaircissement elles prennent celle du type 179/183. — Une autre *ridibunda*, toute pareille (comme fond et taches) à la précédente dans sa phase brune, en s'éloigne beaucoup dans sa phase claire, faisant apparaître dans ses taches un vert du type 279.—Une autre, d'un beau bronze très foncé à reflets métalliques, qui avait vécu dans mon laboratoire sept ans durant et nous y avait montré d'autres phénomènes du plus haut intérêt physiologique, comme p. ex. celui de la mélanoptise d'origine optique,—faisait voir autrefois, dans sa phase foncée, des taches bien brunes, presque noires, sur un fond de dos *Noir-rougeâtre 1*, pour les changer ensuite, dans sa phase claire, en verdâtres du type *Bronze 4*, alors que son dos passa au type *Terre d'ombre 2*, conservant toujours des reflets métalliques (Fig. 19 *a, b*, Pl. VII en couleurs).—Un cas des plus frappants nous a été fourni par certaines *Lessonae*, chez lesquelles l'amplitude chromatobolique des taches oscillait entre un vert clair à peine voilé de nuage brunâtre (Fig. 16*b*, Pl. VII), et un beau brun (Fig. 16*c*).¹⁾

1) Un phénomène remarquable d'ordre différent. Fraichement capturées, les mêmes *Lessonae* présentaient de temps en temps des changements brusques de la couleur des taches, sans avoir changé simultanément celle du fond de dos et sans que l'observateur en ait pu saisir la cause. Tantôt les taches devenaient claires jusqu'à n'être plus visibles (Fig. 16*a*, Pl. VII), tantôt elles reprenaient leur couleur brunâtre, ou brune (Fig. 16*b* et *c*). Nous en avons eu plusieurs spécimens de ces *Lessonae*. Le phénomène paraît être propre à de *Lessonae* seules. Jamais, nous n'avons vu rien de pareil ni chez des *esculentae* *esc.*, ni chez des *ridibundae*, bien que plusieurs milliers de ces dernières aient passé sous nos yeux durant ces douze années de nos études chromatoboliques.

Le fait d'une pareille autonomie mélanocinétique des taches par rapport à la livrée dorsale, fait penser à quelques conditions spéciales de leur innervation. Il fait ressortir, en même temps, le mal fondé de l'assertion de Hogben ('24 p. 78) sur le déterminisme quasi exclusivement posthypophysaire de tout changement de couleur chez les Grenouilles, assertion que nous allons discuter longuement dans le Chap. VIII. Il faut ajouter, qu'ayant séjourné longtemps au laboratoire, ces *Lessonae* perdent l'exercice de l'autonomie mélanocinétique de leurs taches, et ceci sur des fonds blancs et noirs, également.

Toutefois, dans chacune des trois espèces étudiées, il se rencontre des individus à couleur des taches pratiquement immuable. Chez des *esculenta esc.* à taches noires, c'est même la règle. Mais, la chose arrive aussi parfois chez des *ridibundae* à grandes oscillations mélanocinétiques du fond de livrée. Tel fut, p. ex. le cas d'un spécimen qui montrait toujours le même jaune-vert du type 278 dans ses taches, alors que son fond de dos oscillait entre le Nr. 162 et le Nr. 115/130 du catalogue.

3. Rapports réciproques des plages roses et vertes, lors des oscillations mélanocinétiques.

Les plages roses (ou rougeâtres), d'un haut intérêt phénostatique (R. Minkiewicz '33 c.) et histochimique¹⁾ apparaissent sur le dos des *Lessonae* dans de rapports spatiaux des plus diverses avec les plages vertes, soit—cas le plus fréquent—se trouvant limitées à la *pars iliaca* et aux fémurs, voire aux marbrures postérieures des cuisses (Fig. 16, 17, Pl. VII) et aux taches sur les coudes, soit s'étendant sur toute la surface dorsale jusqu'aux globes et sur le museau, les plages vertes n'étant représentées alors que par les bandes vertébrale et latérales, et par des minces filets paraglandulaires, ou même, parfois, par de toutes petites taches disséminées çà et là (Fig. 20, Pl. VII).

Or, chez un individu donné, le rapport spatial entre les plages roses et vertes ne demeure pas constant, mais, bien le contraire, il subit de changements notables lors du jeu de mélanocinèse et à ce point que la mosaïque de la livrée dorsale peut affecter, aux deux extrêmes du processus, un caractère bien différent. Comme règle générale, les champs verts, dans la phase de rembrunissement, diminuent fortement jusqu'à disparaître: les bandes devenant des lignes, les plages — des menues taches (Fig. 11 a,

¹⁾ Il est vraiment surprenant de constater que les histologistes adonnés à l'étude de la peau des Batraciens (même W. J. Schmidt qui a élucidé nombre des problèmes relatifs aux chromatophores des Grenouilles vertes et qui a étudié les érythrophores de la *R. fusca*) ne paraissent pas avoir prêté attention aux érythrophores des *Lessonae*. Cependant, ces cellules à pigment carotinoïde rouge (ou orangé) sont abondamment représentées chez la plupart des *Lessonae* (du moins, celles des environs de Varsovie), en se substituant à celles au pigment jaune (xanthophores) dans certaines parties du dos qui en devaient roses, rouges, cuivrées etc., ce qui avait poussé plusieurs taxonomistes d'antan (Risso, Massalongo et, surtout, Camerano) à créer, bien à tort, de nombreuses variétés: maritima, roseo-virens, nigroguttata, maculata etc. (voir, E. Schreiber '12).

Le pigment rouge (resp. orangé) des *Lessonae*, au point de vue chimique, se comporte, en général, comme leur pigment jaune, à cette différence près, que sa vitesse de disparition dans de différents solvants (alcool, phormol etc.) est manifestement plus faible, en vertu de quoi les plages correspondantes du derme se laissent distinguer, durant plusieurs jours, des plages environnantes à pigment jaune qui se trouvent entièrement décolorées.

Pl. IV, et Fig. 20, Pl. VII), tandis que les champs roses (souvent, d'un rose pâle à peine perceptible, dans la phase claire) prennent de la couleur, passant au rouge foncé, ou au brun, et non seulement ne perdent pas en étendue, mais semblent en gagner. C'est seulement chez des animaux à densité en mélanophores toute exceptionnelle et à très grande amplitude d'oscillations que, dans la phase d'extrême rembrunissement, les plages roses et vertes peuvent fusionner ensemble ainsi qu'avec les taches, barres et bandes noires, faisant apparaître, sur une partie du dos, ou sur le dos entier, une teinte brune uniforme. A la place des certains champs verts, peuvent ne rester alors que de menues taches vertes („taches résiduelles”) ayant conservé leur couleur initiale intacte, ou presque. C'est comme si les rapports coloristiques entre les taches et le fond de livrée s'y trouvait interverti. En réalité, ces „taches résiduelles” — si l'on me permettra de leur appliquer ce terme — n'ont rien de commun, ni au point de vue histologique, ni au point de vue phénodynamique, avec les véritables taches dorsales, bien que celles-ci, chez maintes *ridibundae*, présentent du vert de nuances variées.

4. Changements de couleur de l'iris et du tympan.

Constituant, dans l'ensemble de la livrée dorsale des Grenouilles, deux éléments phénologiques distincts, l'iris et le tympan demeurent distincts aussi, le plus souvent, lors des changements chromatoboliques. L'iris, surtout. Son amplitude d'oscillations est, généralement, si petite que sa couleur semble souvent ne pas changer du tout, bien que, chez les divers individus, elle varie fort, pouvant être *Or mat*, *Soleil couchant*, *Cuivre*, *Cuivre rouge* etc. même, dans les cas bien rares, où les vertes *Lessonae* étaient pourvues d'iris verts (verts en totalité, ou en partie), il se trouvait qu'aussi bien la nuance de ce vert que son amplitude de rembrunissement (de rembrunissement mélanocinétique et de celui de mélanopoïèse!) étaient toutes autres que celles du vert de la livrée. Une seule fois, nous avons rencontré une *Lessonae* (No. *Ox.*₂₇), chez laquelle, après des années de séjour sur le fond noir, dans la série de mélanopoïèse, l'iris avait passé de la couleur du *Soleil-couchant* à celle du *Noir-rougeâtre 3*, tout en gardant sa plasticité chromatobolique.

Le tympan¹⁾ se montre bien plus souvent homochrome avec l'ensemble de la livrée dorsale, homochrome dans sa totalité ou en partie seulement, soit au centre soit à la périphérie. Ainsi, c'étaient de nombreux cas des tympan vert, vert-jaunâtre, mastic, gris-foncé, bruns, dont l'amplitude des oscillations chromatoboliques concordait assez bien, ou parfaitement, avec celle du fond de dos. Mais, pas toujours! Il arrive p. ex. que, dans une des phases mélanocinétiques, y apparaissent des couleurs mé-

¹⁾ Sous le rapport des détails, la majorité de nos photos ne sont pas représentatives, ayant été prises sur des aquarelles qui ne visaient, généralement, que de rendre les teintes d'ensemble de la livrée en marquant à peine les tympan, les iris et autres menues structures.

talliques dont le dos est totalement dépourvu. Ou bien, le tympan, homogène avec le dos dans la phase claire, gardera son vert-jaunâtre, p. ex. quand le dos se trouvera très fort rembruni, ce qui fera apparaître maintenant (dans la phase foncée) deux taches discordantes (Fig. 8 et 8a, Pl. IV).

5. Facteurs de polychromie.

Mettons en parallèle les détails qui viennent d'être rélatés avec les données globales du chapitre I. Voici ce qui en résulte. Bien qu'en général les écrans noirs (et violets), en déterminant une mélanocinèse d'expansion, fassent s'effacer la mosaïque polychrome du dos, tandis que les écrans blancs (et jaunes), en déterminant une mélanocinèse de rétraction, mettent cette polychromie en relief, ceci n'est vrai, toutefois, que dans certaines limites, circonscrites, d'une part, par l'amplitude mélanocinétique individuelle (qui, de son côté, demeure sous la dépendance du passé optique de l'animal) et de l'autre, par le caractère de la polychromie relevant de la constitution génétique de l'individu.

L'effet d'interférence de ces deux catégories de facteurs peut se trouver, parfois, tout contraire à la règle générale (nous venons d'en citer des exemples) et notamment, à la phase d'extrême rembrunissement, l'on verra surgir çà et là de nouveaux éléments de polychromie, tandis qu'à la phase d'éclaircissement, la polychromie tendra à fondre dans une teinte uniforme du dos.

La règle précitée n'est d'ailleurs valable que pour la coloration du dos. Quant à celle du ventre qui n'est constituée que par le blanc comme fond et le noir comme ornements, tout éclaircissement de celui-ci amène, eo ipso, l'effacement de la mosaïque, donc, il est facteur de monochromie.

Sur ceci, nous allons clôturer notre excursion dans les détails secondaires, pour continuer l'analyse du déterminisme photoptique des changements de couleur, chez nos Grenouilles.

Chapitre III.

Rôle des yeux et du derme comme récepteurs de la fonction chromatobolique.

1. Elimination des yeux, sans énucléation. Méthode des capuchons.

On met sur la tête des Grenouilles (des *ridibundae* de forte taille) des capuchons, faits sur mesure d'un bon satin noir bien

dense et double¹⁾, et on les fixe juste derrière les extrémités antérieures sous les aisselles, à l'aide des bouts de ficelle attachés aux pans des capuchons (Fig. 2 et 3 du texte).

Mis dans les récipients, les animaux s'efforcent d'ôter les capuchons à l'aide de leurs pattes antérieures et postérieures, d'en retirer leur tête, de les fuir en rétrogradant. Ils font de vifs mouvements, souvent insensés et bien drôles à voir, pour tomber finalement sur leur dos et demeurer ainsi, immobiles. Remis par l'observateur dans leur position naturelle, ils recommencent la manœuvre, pour culbuter de nouveau, à la fin. Et ainsi de suite.

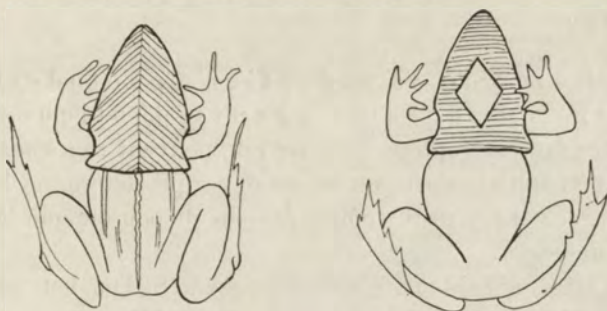


Fig 2. Capuchon en satin noir double, servant à éliminer l'influence des facteurs optiques. (Une *ridibunda* mâle à patte gauche anormale). Vu du côté dorsal.

Fig. 3. Capuchon avec un large trou sur la goule de l'animal, afin de laisser agir la lumière du jour sur une plus grande surface du derme. Une *ridibunda* vue du côté ventral.

Les Grenouilles qui, avant d'être capuchonnées, vivaient sur un fond blanc et y avaient pris une coloration claire, maintenant, bien que laissées sur le même fond, se rembrunissent sensiblement, et demeurent ainsi. Transportées sur un fond noir, elles n'en deviennent pas plus foncées.

Les Grenouilles séjournant sur le noir et portant, par conséquent, une livrée foncée, n'en changent pas, après y être encauchonnées. Si, lors de l'opération, elles étaient devenues plus claires, elles vont se rembrunir, ensuite. Transférées sur un fond blanc, elles n'y montreront aucun changement notable, tant qu'elles demeureront en capuchons.

¹⁾ Pas besoin d'employer des capuchons triplés ou quadruplés. Le satin double suffit pleinement, bien qu'il laisse passer un tout petit peu de lumière du jour. Les phénomènes optiques qui nous occupent ici ne demandent pas une obscurité absolue, mais seulement une nuit.

Les animaux clairs, mis, après être encapuchonnés, sur un fond noir, s'y rembrunissent, mais pas plus fort ni plus vite que si on les aurait laissés sur le fond blanc.

Sur un fond neutre (écran gris, ou miroir), les Grenouilles claires en capuchons se rembrunissent, tandis que les foncées ne changent pas.

Bref, sous capuchon, l'action des écrans cesse de jouer un rôle dans l'exercice de la fonction chromatobolique des Grenouilles. A la lumière du jour, les propriétés optiques du fond n'agissent que par voie oculaire. L'accès de cette voie coupée, la réaction mélanocinétique différenciée et caractéristique des divers écrans, n'a plus lieu.

2. Rôle de la réaction photodermique. Facteurs optiques et agents photiques.

Si les facteurs optiques (s. str.) ne peuvent rien chez les Grenouilles à vision éliminée, qu'est ce donc qui détermine leur coloration foncée? Il n'y reste comme facteur disponible que la lumière diffuse du jour¹).

En effet, à l'obscurité rien de pareil. Si l'on leur mettra les capuchons dans une chambre noire et les y laissera, les animaux clairs demeurent clairs, tandis que les animaux foncés (venant du fond noir) s'éclaircissent, après un certain temps. Il s'ensuit que la mélanocinèse d'expansion, chez les Grenouilles encapuchonnées et exposées à la lumière du jour, est résultat d'une réaction dermique aux excitations lumineuses directes.

Les récepteurs photodermiques ne sont sensibles qu'aux radiations incidentes. La lumière réfléchie par des écrans (blancs, ou colorés s. str.) n'y peut rien. La réaction photodermique, dans les limites des intensités de la lumière diffuse du jour, ne donne qu'un seul effet mélanocinétique, celui de l'expansion (du rembrunissement). Les radiations chromatiques incidentes, du moins celles qu'on obtienne en faisant passer la lumière du jour à travers les boîtes à vitres colorées, ne semblent pas être à même de faire changer le caractère de la réaction, du positif (+) en négatif (—). Bref, la réaction photodermique (ou, si l'on veut, p h o

¹) La pression exercée par les mains de l'opérateur, lors de la mise et du ficellement des capuchons, ne pouvant agir que dans le sens contraire, celui d'éclaircissement de la livrée. Et l'effet ne serait que passager.

tique, tout court) n'est qu'une réaction brute. Elle ne prend, par conséquent, aucune part dans les phénomènes du synchronisme que nous venons de décrire chez nos Grenouilles.

La photique (sit venia verbo!) et l'optique représentent donc ici deux catégories radicalement distinctes, comme excitants, comme voies de réception, comme celles de transmission nerveuse, comme caractéristique de la réaction, comme sens biologique de l'effet global.

3. Rôle des facteurs mécaniques. Méthode des capuchons à trous oculaires.

Les expériences dernièrement citées, faites avec les capuchons en chambre noire, suffiraient, à la rigueur, à éliminer l'influence, théoriquement admissible, des excitations mécaniques émanant soit du contact du derme céphalique des Grenouilles avec le tissu du capuchon, soit de la pression exercée par les ficelles, nouées autour du corps, à l'émergence des bras. Car ces excitations se montrent impuissantes à empêcher la différence des effets qui ont lieu à la lumière, d'une part, et à l'obscurité, de l'autre.

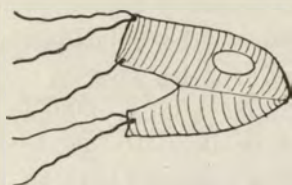


Fig. 4. Capuchon en satin noir double à trous oculaires, pour servir de contrôle du rôle purement optique des capuchons pleins. Vu de profil.

L'intéressant phénomène que l'on observe en ôtant le capuchon, chez des Grenouilles maintenues à la lumière, à savoir, que le rembrunissement du derme s'arrête, généralement, juste au niveau du bord postérieur du capuchon, laissant claires la tête et les parties du corps qui en étaient couvertes, ce phénomène n'a rien à voir avec l'action mécanique du capuchon, étant dû entièrement à sa protection contre l'action de la lumière. La réaction photodermique se montre dépourvue du pouvoir de diffusion spatiale, dans le derme des Grenouilles, étant limitée à la surface directement influencée par les agents photiques.

Il s'ensuit que, si les capuchons étaient munis des trous pour les yeux des Grenouilles, leur influence sur la coloration des celles-ci se trouverait annulée. C'est ce qui a lieu, réelement. Les écrans reprenant leur action optique, les animaux se comporteront comme si les capuchons n'étaient plus sur leur tête.

4. Méthode des sacs. Rythme nycthémeral de la livrée.

La méthode des sacs nous a servi à élucider la question d'une soustraction subite des Grenouilles (soustraction de leur vue et de leur peau, à la fois) à l'influence de la lumière du jour. Les sacs étaient faits en même satin noir bien dense et pris en double couche¹⁾, comme c'était pour les capuchons. Les dimensions des sacs étaient conçues de manière à permettre à la Grenouille y mise, de garder sa position normale.

Si nos conclusions de tout à l'heure, sur le rôle parfaitement négligeable des excitations tactiles venant du contact du corps avec l'étoffe employée, sont justes, la mise en sac doit agir sur l'animal comme une mise en chambre noire au milieu de la journée. Et c'est justement ce qui a lieu. Dans une demi-heure, ou même un peu plus tôt, l'animal y devient manifestement plus clair. Dans le même laps de temps, les animaux clairs venant d'un fond blanc, demeurent clairs dans les sacs.

Mais, la scrutation de l'effet — nous le soulignons exprès — doit avoir lieu dans un délai relativement court: une demi-heure, une heure, une heure et demie, tout au plus. Car, ce temps écoulé, il y apparaît un phénomène d'ordre tout différent: celui de la phase diurne du rythme nycthémeral (N/H) qui, dans nos conditions d'éclairage, consiste, chez toutes les espèces de nos Grenouilles vertes et rousses, en un rembrunissement de la livrée. L'amplitude de ce rembrunissement, hormis les facteurs génétiques (neurobiologiques et tissulaires), dé-

¹⁾ De même que la méthode des capuchons, celle des sacs ne demande pas une obscurité absolue. Une bonne interception de la lumière suffit pleinement. Et la même chose pour l'exercice du rythme nycthémeral, où la phase nocturne ne demande même pas une obscurité bien grande. Dans tous ces cas, c'est plutôt d'un saut brusque d'intensité d'éclairage qu'il s'agit comme de cause directe de la réaction négative du pigment mélanique.

pend d'une part, de l'heure de la journée, et de l'autre, du caractère optique du fond.

Nous ne pouvons pas traiter ici cette question d'une façon plus explicite, l'ayant fait ailleurs (R. Minkiewicz '33b), mais il nous a paru absolument nécessaire d'y attirer l'attention du lecteur afin d'éviter les malentendus possibles. Car, c'est, justement, cette phase diurne du rythme chromatobolique central qui détermine que, dans les sacs aussi bien qu'en chambre noire, sur l'éclaircissement passager de la première heure prenne bientôt le dessus un rembrunissement durable (tant que le rythme persiste!).

Il va de soi qu'il faut tenir compte aussi de la phase nocturne du rythme (celle de rétraction du pigment), pour qui voudra observer ce qui se passe sous les capuchons, ou dans les sacs, aux heures de la nuit.

Chapitre IV.

Fond et plafond. Dos et ventre.

1. Méthode du miroir.

Plus d'une fois, avons-nous eu l'occasion de citer cette méthode comme celle qui nous fournissait des conditions optiques neutres, donc pouvant servir de moyen de contrôle dans l'étude de l'action optique des fonds caractérisés. Il est évident que ces conditions neutres ne s'y trouvent remplies qu'en tant que les récipients à Grenouilles, placés sur un rayon en verre et éclairés par en dessous à l'aide de notre miroir incliné à 45°, ne soient pas couverts d'en dessus par n'importe quoi qui leur aurait servi d'écran.

Mais, afin d'aller plus loin dans notre analyse du déterminisme optique de la livrée des Grenouilles, il importait justement de faire une comparaison exacte et détaillée de l'action des fonds avec celle des plafonds identiques. A cet effet, la méthode du miroir s'est montrée d'une valeur toute exceptionnelle, sous bien de rapports, et notamment: 1°, elle élimine l'action directe de la lumière incidente sur les yeux de l'animal, nous permettant ainsi d'en étudier l'action des écrans, seuls; 2°, elle invertit le rapport spatial entre l'oeil et l'écran, ce qui donne moyen d'étudier la bipolarité fonctionnelle de l'oeil; 3°, elle invertit, également,

les rapports de la réception photodermique, en laissant aux agents lumineux l'accès du derme ventral seul, tandis qu'habituellement, dans la méthode des fonds, c'est surtout (sinon exclusivement) le derme dorsal, y compris les flancs, qui en subissait l'action; 4^o, enfin, jointe à la méthode des capuchons, elle sert à apprécier l'impuissance photodermique des écrans par rapport à la surface dorsale,—un pendant indispensable à ce que nous avait donné la série des fonds.

Afin de rendre les conditions photiques et optiques les plus analogues que possible à celles de la série des fonds, nous avons employé les boîtes en carton, tapissées à l'intérieur du papier blanc ou noir, qui couvraient d'en haut et des côtés les récipients à Grenouilles, placés sur notre rayon de verre (Fig. 13, Pl. VI). Les récipients, en du meilleur verre transparent, sont peu profonds et plats à tel point que le plafond se trouve suffisamment rapproché des yeux de l'animal afin que la distance n'affaiblisse pas l'action de l'écran, mais pas trop plats, pourtant, afin que le couvercle ne soit pas à même les yeux et n'aille pas gêner le port normal de la Grenouille¹⁾. Une série d'essais nous a montré, que, pour des animaux de taille moyenne et à la lumière diffuse du jour, la distance entre le fond et le plafond du récipient doit comporter ca 5 ou 6 ctm.

2. Identité foncière de l'effet du fond et du plafond.

L'on ne sera pas étonné que, déterminée qu'elle est totalement par le caractère optique de l'écran, l'action chromatobolique des plafonds se montre foncièrement identique à celle des fonds correspondants. Placées sous l'écran blanc, les Grenouilles affectent, après un certain temps, un éclaircissement maximal, actuellement disponible, tandis que sous l'écran noir elles affecteront un rembrunissement maximal dont elles seront actuellement capables.

La même identité entre les réactions du ventre et du dos, tant que les conditions d'éclairage n'aient pas changé. A la lumière diffuse du jour, le derme tout entier réagit

¹⁾ Pour d'intéressantes différences du port que présentent nos trois espèces de Grenouilles vertes, l'on consultera les croquis relatifs dans notre étude sur les „Caractères chromatiques distinctifs des *R. Lessonae* de Pologne” (R. Minkiewicz '33 c).

aux influences optiques comme un effecteur unifié de la fonction mélanobolique. Il est facile de s'en persuader en soulevant, pour un instant, les boîtes qui servent de plafond, afin d'examiner la couleur du dos. Et ce n'était pas plus long à faire dans la série des fonds: il n'y avait qu'à mettre les récipients, pour un instant, sur le rayon de verre, pour voir l'image du ventre de nos Grenouilles dans le miroir, à côté de celui des animaux séjournant sous les plafonds, ainsi que des animaux de contrôle, n'ayant pas d'écrans optiques (Fig. 13, pl. VI).

3. Période des troubles transitoires.

L'unité réactionnelle du derme tout entier (nous entendons, celui du ventre et du dos), ainsi que l'identité de l'effet des écrans du fond avec ceux du plafond ne s'obtiennent—avons nous dit—qu'après un certain temps, et dans nos conditions d'éclairage habituelles. Ces deux restrictions doivent être constamment présentes à l'esprit du lecteur.

Les Grenouilles que l'on vient de mettre sous les boîtes, se sont trouvées subitement dans des conditions photiques et optiques interverties par rapport à celles de leur milieu naturel, ainsi que de leur vie passée au laboratoire. L'inversion spatiale des rapports optiques (l'écran au plafond!) ne touche que les récepteurs rétiniens; celle des rapports photiques (lumière d'en bas!) touche les récepteurs dermiques et rétiniens à la fois. Rien d'étonnant, qu'un réactif aussi sensible à toutes les influences photoptiques que l'est la fonction mélanocinétique, va manifester une désorientation complète pouvant, à son tour, désorienter le chercheur.

Cette désorientation, ou si l'on veut, ces troubles de l'effet de résonance sont, à la fois, l'expression d'une lutte des facteurs optiques et photiques actuels entre eux, ainsi que celle d'une lutte de ces facteurs actuels avec le résidu fonctionnel central de ceux qui, ayant agi par le passé individuel, sont devenus comme autant des facteurs intrinsèques, parfois fort puissants. Nous y reviendrons dans la suite (Chap. VII).

Ces troubles vont passer avec le temps, mais ce temps peut comporter jusqu'à un mois, parfois même plus, avant que la résonance optique avec l'écran du plafond prenne, enfin, le dessus,

définitivement. La durée de la période des troubles varie d'une Grenouille à une autre, ainsi que chez le même individu selon son passé optique.

Ajoutons que, dans la série des fonds, l'on observe aussi une certaine période, où la résonance chromatobolique avec les qualités optiques du fond n'est pas encore stabilisée. C'est le cas des Grenouilles fraîchement capturées, ainsi que de celles aux quelles l'on vient de changer radicalement la couleur de l'écran. Mais, la période des troubles y est, généralement, beaucoup plus courte, surtout dans le dernier cas, où l'ensemble des conditions et des rapports photoptiques (hormis la couleur du fond) n'avait pas changé du tout. Et nous ne l'aurions jamais remarquée, si nous n'avions employé les méthodes du miroir et du plafond qui, non seulement font augmenter l'amplitude et la durée des troubles, mais permettent de les suivre à notre aise et d'en saisir les plus légers sur la surface du ventre qui, sur son fond blanc, n'a que des amas de mélanophores.

4. Complications dues au rythme nycthé- méral.

Ce n'est aussi que grâce aux méthodes du miroir et du plafond que nous avons pu, d'entre les facteurs qui troublent et retardent l'établissement de la résonance optique, isoler et étudier ce qui y est dû au rythme N/H de la livrée.

L'influence de ce facteur complexe, à la fois extrinsèque et intrinsèque¹⁾, se fait sentir surtout au cas de l'écran blanc (celui du plafond), où elle nous avait causé pas mal d'inquiétudes, de perplexités et de hypothèses caduques, avant que nous n'arrivions à en saisir l'existence, le caractère et la portée.

Ce n'est pas lieu d'en parler plus explicitement. Il suffit, pour le moment, de faire remarquer que, dans nos conditions de lumière diffuse, la phase diurne (H) du rythme (la seule qui nous importe ici) consiste, chez nos Grenouilles, en un

¹⁾ D'origine extrinsèque et photique, chez les Grenouilles comme ailleurs, le rythme nycthémeral de la coloration devient par la suite autonome, pouvant s'exercer en dehors des oscillations lumineuses journalières. Au cours normal de la vie, dans la succession des jours et nuits, les parties intrinsèque (centrale) et extrinsèque du rythme chromatobolique se superposent et s'additionnent (R. Minkiewicz, '33b).

fort rembrunissement, apparaissant dès le bon matin (dès l'aube presque) en toute indépendance des valeurs optiques de l'écran, sur, ou sous lequel l'animal séjourne.

L'on comprendra aisément que, dans le cas de l'écran blanc, la lutte est imminente entre une tendance mélanocinétique négative de la réaction optique et une tendance mélanocinétique positive de la réaction diurne, celle-ci étant, à la fois, extrinsèque (photique) et intrinsèque (centrale). Et l'on ne sera pas étonné à voir que, l'écran blanc se trouvant au plafond et l'agent lumineux venant par en bas, cette lutte non seulement se manifeste plus nettement du côté ventral, mais qu'elle y est réellement plus rude, et plus durable aussi. C'est que le côté dorsal de la Grenouille étant soustrait, dans cette méthode, à l'action de la lumière, la résonance optique n'y a à lutter que contre la phase diurne du rythme central.

5. Divergences entre le dos et le ventre.

Une première vient d'être relatée dans les lignes qui précèdent. Il y en a d'autres, lors des troubles passagers dûs aux changements brusques des conditions photooptiques. Ces divergences peuvent toucher non seulement l'amplitude ou la vitesse des mélanocinèses, mais aussi leur caractère.

Il arrive, p. ex. que les mélanophores du dos montrent déjà, dans certaines heures de la journée, une parfaite rétraction de résonance, tandis que ceux du ventre persistent encore à la refuser entièrement. La chose peut durer ainsi des semaines entières. Ce n'est qu'avec le temps que l'harmonie entre le dos et le ventre se rétablit peu à peu, et la fonction chromatobolique du derme s'intègre de nouveau, dans sa partie optique. Mais, si l'on va maintenant intervertir encore les conditions photooptiques, voici la divergence dorso-ventrale de réapparaître pour un certain temps, avec les troubles généraux qui recommencent. Il en sera de même dans le cas d'interchange des écrans de plafond, bien que la durée de la divergence, ainsi que celle d'autres troubles y soit beaucoup plus brève.

La période de ces troubles entièrement dévolue, et l'intégrité synchronématique du derme rétablie, ceci ne dit pas encore que le rythme nyctéméral ait cessé d'exercer son influence. Bien s'en faut. Dans les heures matinales, il persistera toujours à trou-

bler la résonnance avec les écrans blancs (et jaunes), pour lui céder place plus tard.

Tout ceci se passe dans nos conditions d'éclairage diffus du jour. Avec des fortes intensités de lumière, les choses prennent une allure différente, ainsi qu'on le verra au chapitre VI.

Chapitre V.

Oscillations de l'intensité d'éclairage, et la résonnance optique de la livrée.

1. Interférence complexe des facteurs hétérogènes.

Sans aucun changement des facteurs optiques, les Grenouilles manifestent souvent des brusques oscillations mélanocinétiques, ce qui rend, parfois, très difficile une reproduction exacte de leur état de résonnance obtenue sur un fond déterminé, surtout, dans le cas des fonds clairs. Un simple transfert d'une Grenouille, prise pourtant avec son récipient et son écran de fond, sur une table plus près de la fenêtre, suffit à provoquer un rembrunissement parasite considérable qui dure une heure et plus (Fig. 22 *a* et *b*, Pl. VII).

La méthode du plafond, en rendant possible l'observation continuelle de l'image du ventre de nos Grenouilles dans le miroir, nous a permis de saisir ainsi les relations entre ces troubles parasites de la résonnance optique et les oscillations de l'intensité lumineuse au cours de la journée. Ceci ne nous a été possible qu'après que le phénomène du rythme nyctéméral fût suffisamment élucidé. Car l'amplitude et la durée des troubles dépendent considérablement de la phase d'interférence du facteur „écran” avec le facteur „rythme nyctéméral”, sur laquelle a tombé l'oscillation d'éclairage; ce qui, à son tour, dépend du caractère optique de l'écran.

En réalité, ces rapports d'interdépendance sont encore plus compliqués que l'on pourrait croire d'après ce qui vient d'être dit.

2. Oscillations d'addition ou de soustraction de la lumière.

Chez les Grenouilles en résonnance parfaite avec le plafond noir, une addition soudaine, à l'éclairage du jour habi-

tuel, d'un supplément de deux ampoules, de 150 unités au total, placées à 1—1,5 m. de distance, ne provoque pas de changements appréciables, ni après une action d'une minute, ni après celle de 30' ou 60'. Et il n'y pouvait en être autrement, l'action de tous les facteurs (photodermie, phase diurne du rythme N/H, écran) tendant ici vers le même effet, celui de rembrunissement. Les lampes éteintes, rien n'y bouge, apparemment. Les valeurs des facteurs qui demeurent, suffisent à maintenir l'effet synchronatique.

Sous l'écran blanc, les choses changent. Tout dépend ici de la phase du rythme. Dans la phase matinale qui est — l'on se rappelle — celle de la livrée rembrunie, le supplément d'éclairage (mêmes ampoules) détermine, après 10—15', un éclaircissement des Grenouilles qui demeurent ainsi tant que l'éclairage additionnel dure. L'effet du renforcement de la valeur optique de l'écran a prévalu ici sur celui du renforcement de l'agent photique. Si, maintenant, l'on éteindra les ampoules, les Grenouilles de se rembrunir de nouveau, dans quelques 10'—15'. Ce rembrunissement consécutif pourra durer bien longtemps, parfois jusqu'au crépuscule (chez des individus en résonnance avec l'écran blanc, chez lesquels donc la phase diurne du rythme ne dépassait habituellement pas les heures matinales!).

Dans les heures plus avancées de la journée, l'éclairage additionnel d'une minute, même quand l'on reitère plusieurs fois, ainsi que celui de 30' ou 60', ne sont plus en état d'influer sur l'effet de la résonnance établie, tant que la lumière supplémentaire continue à agir. Mais, une fois les ampoules éteintes, les animaux commencent, dans un quart d'heure, à rembrunir leur ventre, tout comme au cas précédent.

Ainsi, sous l'écran blanc, un retour brusque à l'éclairage diffus habituel, provoque toujours le même effet de rembrunissement, n'importe la phase d'interférence des facteurs, tandis que l'effet de l'addition de lumière varie suivant les phases d'interférence.

Sur les fonds, les choses se passent d'une manière analogue, mais l'observation n'en est pas toujours aisée, surtout quand l'on a affaire à des Grenouilles aux couleurs mixtes et foncées.

3. Oscillations photoptiques de brève durée, non accompagnées de celles d'intensité d'éclairage.

De telles oscillations mixtes, à la fois optiques et photiques, se produisent à chaque soulèvement, pour une minute, des boîtes qui servent de plafond à nos Grenouilles, et notamment: en matière d'agents photiques, ceci amène une augmentation fort considérable de la surface du derme éclairée, de toute l'étendue de sa partie dorsale, les flancs et les yeux y compris; en matière d'agents optiques, leur soustraction totale. L'on comprend bien que, chacune de ses oscillations devant, nécessairement, se répercuter dans la fonction mélanocinétique, il importe de savoir, quel sera le résultat final.

Or, le changement de coloration qui s'y produit, dépend beaucoup de la valeur optique de l'écran, et ne semble pas dépendre de la phase d'interférence de ce facteur avec celui du rythme nyctéméral.

Ainsi, un soulèvement du plafond blanc, pour une minute, provoque un rembrunissement du ventre¹⁾ de la Grenouille, qui commence à être perceptible dans moins d'un quart d'heure, comme dans les cas précédemment étudiés, et, comme dans ceux-ci, continue à évoluer durant une heure environ, pour décliner ensuite et, finalement, s'effacer.

Un soulèvement parallèle du plafond noir provoque un éclaircissement du ventre qui, lui aussi, commence à être visible dans un quart d'heure et continue à évoluer pendant une heure environ, après quoi le ventre reprend petit à petit sa coloration synchronomatique d'avant la manoeuvre.

Il s'ensuit clairement que c'est surtout (sinon exclusivement!) la soustraction des facteurs optiques différenciés qui agit dans ces cas-là, car, si c'était l'augmentation de la surface éclai-

¹⁾ Tant que celui-ci présente quelques amas de mélanophores, bien entendu. Quant au dos, il subit, en général, le même rembrunissement que le ventre, comme c'est facile de s'en assurer en soulevant de nouveau les boîtes. Mais, justement, parcequ'il faut les soulever chaque fois que l'on en veut scruter l'effet dorsal ce qui provoque une nouvelle oscillation, forcée nous était d'abandonner la pratique et de nous en tenir à ce qui se manifestait sur le ventre seul.

rée du derme qui serait responsable des changements de la livrée ventrale, l'effet en aurait dû être identique dans les deux cas.

S'il en est ainsi, les choses toutes analogues doivent avoir lieu sur les fonds, après qu'on ait soulevé les récipients à Grenouilles pour les maintenir, durant 1', sur le „miroir”. En effet, les animaux du fond blanc passent alors par des stades de rembrunissement succédanés, ceux du fond noir montrent un léger éclaircissement, avec retour ultérieur à leur état de résonance d'avant la manoeuvre.

4. Illuminations soudaines, dans l'obscurité de la nuit. Réaction photodermique.

L'intérêt de cette expérience ne consiste pas seulement dans ce que la livrée nocturne de nos animaux est celle d'éclaircissement maximal (la mélanine étant au faite de sa rétraction), mais dans ce, surtout, qu'elle sera frappée alors des deux facteurs faisant irruption à la fois: du facteur optique et du facteur photique.

Eh bien, à toute introduction de lumière, quelle faible et courte qu'elle fût, les Grenouilles de nos cinq espèces rousses et vertes, répondent, dans ces conditions, par une mélanocinèse d'expansion, tout indépendamment de la valeur optique de l'écran, sur ou sous lequel elles se trouvent.

Une toute petite ampoule à 5 unités lumineuses, allumée pour un instant¹⁾ à 1—1,5 m. de distance, suffit pleinement à provoquer un rembrunissement notable, même quand ceci se passe dans la nuit d'une grande ville, à éclairage moderne des rues, tamisé par des stores en papier de soie blanc de nos fenêtres. A l'obscurité absolue, la lumière d'une lampe de poche de 0,5 Watt, projetée sur le ventre d'une Grenouille pendant 1—2" à peine et à 0,5 m. de distance, est à même d'y déclencher un rembrunissement.

Ce rembrunissement ne s'y manifeste pas à l'instant même et d'emblée, mais comporte toujours une période de latence et évolue petit à petit pendant un certain temps, pour décliner ensuite. Jusqu'à une certaine limite, l'amplitude et la durée du processus se trouvent en rapport de l'intensité et de la durée d'action de l'agent lumineux qui l'avait déterminé. Ainsi, p. ex. après

¹⁾ „L'instant” y est pris au sens macrochronométrique, les ampoules étant allumées et éteintes à la main.

l'action d'une lampette de 0,5 Watt à 0,5 m. durant 1 — 2'', le rembrunissement ne fait que s'ébaucher, pour s'effacer dans un quart d'heure. Tandis que, après l'action d'une ampoule de 50 unités à 1,5 m. durant le même instant, le rembrunissement évolue durant une heure, pour le moins, avant d'atteindre une valeur fort considérable à son apogée, pour ne commencer à s'effacer qu'ensuite.

Si l'on applique de fortes intensités d'éclairage instantané, la réaction demeure indépendante des valeurs optiques de l'écran. Ainsi, des deux réactions mélanocinétiques, la plus prompte est la réaction photique (brute). La réaction optique différenciée, dans ces conditions, n'a pas encore été déterminée, la résonance synchromatique demandant nécessairement un temps beaucoup plus long.

5. Obscurité soudaine, dans la journée.

Ici, nous n'avons pas beaucoup à ajouter à ce qui a été dit à propos de la méthode des sacs, dans le chap. III.

Une soustraction soudaine de la lumière survenant n'importe comment (sac, chambre noire, volets imperméables en dermatoïde), détermine, après un temps, une réaction d'éclaircissement total de la livrée, identique à celui de la nuit. „Total” dans les deux sens: comme amplitude de rétraction du pigment, et comme étendue de la surface du derme. La réaction ne dépend nullement des conditions photoptiques antérieures. Ni les qualités optiques de l'écran, ni sa position par rapport aux yeux de l'animal, ni l'intensité de la lumière du jour, n'y ont rien à dire.

L'éclaircissement ne se produit pas à l'instant même, mais se fait attendre jusqu'à une demi-heure. De même, les Grenouilles n'y demeurent pas claires à l'infini, mais 1—2 heures après reviennent à leur coloration de résonance de tout à l'heure, en dépit de l'obscurité qui dure. Ce n'est que quand viendra la nuit cosmique qu'elles vont perdre de nouveau leurs couleurs, pour affecter une livrée nocturne. Voilà donc, l'une après l'autre, deux manifestations frappantes du rythme nyctéméral, dans sa partie intrinsèque (centrale) et autonome.

Chapitre VI.

Dissociation dorso-ventrale de la fonction mélanobolique.

1. Conditions d'éclairage, et caractères du phénomène.

L'éclairage en question a été employé en vue de créer, chez nos Grenouilles, un rythme artificiel de coloration, à périodes deux fois plus courtes vis-à-vis celles du rythme N/H naturel: 6 heures d'obscurité absolue, sur 6 h. de lumière artificielle, avec des passages brusques (momentanés) entre les deux.

L'éclairage „diurne” était fourni par 2 grosses ampoules „Argenta” de Philips, à 500 Watt chacune, fixées l'une à côté de l'autre à une distance de 0,8 à 1,5 m. des Grenouilles, dont la plupart, sériées en plusieurs rangées successives (les plus rapprochées à 0,8 m., les plus éloignées à 1,2 m. de la source lumineuse), séjournèrent sur des fonds: blancs et noirs, tandis qu'une seule rangée se trouvait sous des plafonds (blanc et noir), ou sans écran („miroir”), à 1,5 m. de distance.

La question du rythme artificiel faisant partie d'un travail consacré spécialement au rythme N/H, nous n'en parlerons ici que de ce qui touche directement notre sujet actuel.

Dans les dites conditions et à la température de 19—23°C, une partie d'animaux se trouvant sur les écrans montra bientôt un phénomène des plus frappants. A chaque période lumineuse, leur dos devenait clair, indépendamment des propriétés optiques de l'écran, tandis que le ventre continuait à synchroniser avec celui-ci.

Il s'est donc produit, chez ces Grenouilles, une rupture ¹⁾ de l'unité de la réaction mélanocinétique de la livrée, sa dissociation en deux réactions indépendantes l'une de l'autre: celle du ventre et celle du dos. Comme si l'organe de la fonction chromatobolique qu'est le derme, s'était scindé horizontalement en deux organes dont chacun aurait, pour son propre compte, entré en relations avec l'ambiance photoptique et en réglé sa ré-

¹⁾ Le phénomène, d'ailleurs, ne s'y est produit pas d'emblée, dès l'allumage des ampoules. Mais, les étapes de son évolution n'ont pas été suivies de plus près.

ponse: le derme ventral continue à réagir à des valeurs optiques du fond, tandis que le derme dorsal ne réagit qu'à des agents photiques qui le frappent directement. Cependant, cette réaction photique du dos affecte, dans ces conditions d'éclairage, un caractère opposé à celui que nous lui avons connu jusque là: de positive qu'elle était toujours à la lumière diffuse du jour, elle devint négative sous l'action de 1000 Watt de Philips.

2. Manifestations „nocturnes” de la dissociation.

Il va de soi que, sur un fond blanc, l'inversion du caractère de la réaction photodermique ne peut pas se manifester, tant que dure l'éclairage. Mais, elle se manifeste dans toute son amplitude, dès l'arrivée de la période de la „nuit” artificielle qui amène, chez les Grenouilles dissociées, un fort rembrunissement du dos, contrairement à ce qui avait lieu dans nos conditions habituelles.

Ajoutons, que les animaux séjournant sur un fond noir et manifestant leur dissociation dorso-ventrale dans la période lumineuse, montrent eux-aussi leur dos rembruni dans la période d'obscurité artificielle.

Par contre, le ventre de toutes les Grenouilles à fonction mélanocinétique dissociée (donc, aussi bien de celles du fond blanc que de celles du fond noir), montre, lors des périodes „nocturnes”, une rétraction totale du pigment, tout comme dans le cas de nos conditions habituelles.

C'est un fait d'un intérêt capital que cette persistance, lors des périodes d'obscurité artificielles, de la dissociation dorso-ventrale provoquée, et qui confère à la livrée dorsale un caractère non seulement inverse à celui qu'elle montrait durant les jours artificiels, mais aussi inverse à celui de la livrée nocturne habituelle. Ce fait démontre: 1^o, que la phase nocturne n'est pas nécessairement liée à la réaction mélanocinétique négative, 2^o, que l'obscurité n'agit pas en facteur positif qui déterminerait, per se, le caractère de la mélanocinèse, mais uniquement en facteur négatif, en manque de facteur lumineux, 3^o, que, par conséquent, la réaction „nocturne” n'est qu'un contre-coup, qu'un „after-effect” antagoniste de la réaction photique

diurne, 4^o, que seule, la réaction photodermique directe en est responsable, tandis que la réaction optique n'y joue aucun rôle.

La dissociation dorso-ventrale de la réponse mélanocinique des Grenouilles n'est pas un phénomène passager, à l'instar des troubles analysés antérieurement. Dans nos expériences, elle a duré aussi longtemps que dura notre périodicité artificielle: 120 „jours” et 120 „nuits” de 6 h., et même plusieurs jours, voire semaines, après le retour à l'éclairage diffus naturel et à la périodicité cosmique. Ce n'est que petit à petit que nos animaux ont pu rétablir l'intégration mélanocinique de leur derme, avec retour à la résonance optique.

3. Variations spécifiques, individuelles et sexuelles.

La dissociation dorso-ventrale ne s'est pas manifestée chez tous les individus des trois espèces (*R. temporaria*, *esculenta* et *Lessonae*), chez lesquelles elle a eu lieu.

Dans nos conditions d'intensité lumineuse et de température, sur une vingtaine d'animaux se trouvant sur les fonds, 5 seulement ont montré une dissociation complète, 2 l'ont plus ou moins ébauchée, et le reste ne l'a pas eu du tout.

Sur 5 *ridibundae*, aucune n'a dissocié.

Les 5 individus à dissociation complète, tous étaient des mâles (NB. Les expériences ont été faites durant les mois de janvier et de février). Une *esculenta* ♀ qui séjournait dans un bocal avec l'un de ces mâles n'a montré qu'une dissociation tardive et de beaucoup moins nette. Une *temporia* ♀ séjournant également avec un des mâles cités, ne paraît pas avoir dissocié du tout, ou à peine. Les autres femelles, d'espèces différentes, n'ont rien montré.

Il nous paraît peu probable que ces différences entre les ♂♂ et les ♀♀ puissent être attribuées à de simples variations individuelles. Il faut, pourtant, faire remarquer que, parmi les *ridibundae*, dont pas une n'a dissocié bien qu'elles aient été parmi les plus rapprochées de la source lumineuse (à 80—90 cm.), se trouvaient aussi des mâles.

4. Fond et plafond, dans la dissociation. Distance de la source lumineuse.

Tout ce qui vient d'être exposé, se passait sur des fonds.

Sous des plafonds, nous n'avons rien obtenu en fait de dissociation, ni avec des *Lessonae* ♀ et ♂, ni avec des *ridibundae* ♀ et ♂. Sous les plafonds noirs non plus que sous les plafonds blancs, sans parler déjà des animaux de contrôle séjournant sur le même rayon de verre, mais sans écran.

Les animaux y manifestaient bien des troubles de résonance, même de très forts et très durables, avec une divergence de réaction entre le ventre fort rembruni et le dos demeurant clair (en résonance avec l'écran blanc). Mais, cette divergence dorso-ventrale n'y allait pas jusqu'à l'inversion du caractère de la réaction photique et ne demeurait pas lors des périodes „nocturnes”. De plus, elle n'a eu lieu que sous l'écran blanc. Elle manquait donc de ce qui est caractéristique de la dissociation, et rentre de ce chef dans le cadre des troubles transitoires analysés dans le chap. V.

Comment expliquer cette différence des résultats obtenus sur et sous les écrans? Faudra-t-il l'attribuer à ce que, sous les plafonds, la surface exposée à l'incidence de la lumière est beaucoup plus petite (ventre seul) qu'au cas des fonds (dos, flancs et rétines)? La chose est bien peu probable. Y aura-t-il lieu de recourir à l'action de l'éblouissement des Grenouilles? ou à celle de l'organe pariétal (cf. v. Frisch '12, chez les Poissons)? Certes, non! cette action, dans les deux cas, devant nécessairement, de par sa nature, embrasser le derme tout entier, et non pas une moitié de celui-ci.

A y réfléchir de plus près, l'on y voit qu'une cause plausible: c'est l'insuffisante intensité de la lumière qui, avant d'atteindre le ventre des Grenouilles séjournant sous les écrans, avait à parcourir une distance de 1,5 m. et à traverser deux épais milieux supplémentaires, celui de la glace du miroir et celui de notre rayon de verre, en subissant ainsi une dispersion et une absorption considérables.

Quant au rôle de la distance, nos expériences sur des fonds nous ont montré que les animaux qui les premiers manifestèrent une dissociation, et chez lesquels ce phénomène a atteint son apogée, furent précisément ceux qui se sont trouvés à 0,8 m. à peine de la source lumineuse.

Si les choses sont ainsi, il n'y aurait qu'à augmenter suffisamment l'énergie de la source, pour déterminer l'apparition du

phénomène chez les Grenouilles séjournant sous nos plafonds. Dans ce but, nous avons fait venir exprès des ampoules „Argenta” de Philips à Wattage plus fort (1000 et 2000 W) et commencé la nouvelle série d'expériences. Malheureusement, nos yeux trop fatiguées par des longues années de travail entoptique (R. Minkiewicz '27) et par plusieurs mois de la présente série, nous ont refusé leur service, en nous faisant interrompre tout travail pour bien des mois, et retarder de plusieurs années la publication de tous nos résultats.

En tout cas, les essais que nous avons réussi à mener à bien sur quelques *Lessonae*, avec 1500 Watt à 1,2 m. de distance, semblent confirmer pleinement la justesse de notre interprétation. La dissociation dorso-ventrale, chez des Grenouilles séjournant sous les écrans, est réellement à obtenir, et présenterait le même caractère que nous lui connaissons déjà, à cette différence près que c'est le ventre qui y montrerait la réaction photique négative, tandis que le dos demeurerait en résonance avec le plafond.

Il se présente, pourtant, une sérieuse difficulté dans la pratique de ces expériences: la température de la pièce (changée en chambre noire) et, surtout, celle des récipients à Grenouilles monte beaucoup trop, ce qui peut fausser les résultats et empêche le travail durable.

5. Déterminisme de la dissociation. Lutte entre l'optique et la photique.

Il ne paraît pas douteux que c'est l'éclairage unilatéral et spatialement limité (soit du dos, à l'exclusion du ventre, soit inversement), avec des intensités de lumière dépassant une certaine valeur, qui, dans des conditions précitées, serait responsable de la dissociation fonctionnelle du derme en deux territoires distincts et indépendants l'un de l'autre, séparés par un plan frontal passant à peu près par les bandes latéro-ventrales. Toutefois, l'action simultanée d'un écran optique y est indispensable. Car, le phénomène de la dissociation dorso-ventrale n'est qu'une expression exagérée de la lutte entre la réaction mélanocinétique photodermique et la réaction mélanocinétique optique (de résonance), lutte qui ne cesse jamais tant que l'éclairage dure—et,

parfois, même au delà,—et dont nous avons suivi bien d'autres péripéties au cours de la présente étude.

Tant que l'excitant lumineux n'ait pas atteint une intensité trop grande, la réaction photique demeure positive (celle d'expansion du pigment) et cède le pas, dans certaines heures de la journée, à la réaction optique de résonnance qui, de par sa nature, englobe toujours tout le derme de l'animal. Mais, quand l'intensité lumineuse ait dépassé une valeur compatible avec la réaction dermique positive, celle-ci non seulement change de caractère, mais son territoire, qui est celui de l'incidence directe, s'affranchit du coup de la prévalence de la réaction optique, en rompant tout rapport de résonnance avec l'écran. Mais, ce n'est ainsi que de ce territoire, tout juste. Le côté du derme soustrait à l'action directe de l'agent lumineux, continue à demeurer sous l'influence de l'écran, en résonnant avec lui.

Chapitre VII.

Résistances centrales, et passé optique de l'animal.

1. Durée et stabilité des conditions optiques.

Assez parlé d'oscillations de l'intensité lumineuse, et des troubles de résonnance qui en résultent. Revenons à d'expériences faites dans nos conditions habituelles d'éclairage diffus du jour. Quand on vient de substituer un fond blanc à un fond noir, ou inversement, l'établissement d'une nouvelle résonnance chromatobolique ne s'y produit pas d'emblée, mais demande en général un certain temps, de durée fort variable, et qui parfois peut comporter des longs mois. La même chose, après un changement radical de la valeur optique des plafonds.

Il arrive que les Grenouilles paraissent ne pas être capables de changer de couleur, ou du moins, de répondre à ces nouvelles exigences du milieu par une réaction de résonnance. Et l'on pourrait faire des conclusions toutes erronées, si l'on n'avait pas patiemment attendu le résultat final.

De nos douze ans d'expériences, il ressort un fait d'une importante capitale: la durée de la période transitoire, d'une résonnance passée à une nouvelle résonnance, d'é-

pend directement du degré de stabilité des conditions optiques qui ont précédé l'expérience actuelle.

Plus longtemps les Grenouilles ont séjourné sur, ou sous l'écran noir, plus longtemps elles demeurent incapables à s'adapter à l'écran blanc. Et inversement: plus longtemps elles se trouvaient sous l'influence du blanc optique, plus longtemps elles refusent à s'accorder avec le noir. L'effet des excitations optiques actuelles ne peut pas avoir lieu tant qu'il y ait lieu le post-effet („after-effect") des excitations optiques passées et qui ne sont plus. A une réalisation de la résonance actuelle de la livrée, oppose sa résistance la résonance passée bien qu'elle ne soit plus qu'une dissonance éclatante. La réaction reflexe d'origine optique s'y trouve empêchée par une habitude optique contractée.

Cependant, aussi bien les chaînons initiaux (récepteurs) de la fonction chromatobolique que ses chaînons terminaux (effecteurs) sont à même de remplir correctement ce qui y fait leur part. Les rétines reçoivent les influences optiques, d'une façon toute normale; et les mélanophores exécutent parfaitement les mouvements antagonistes d'expansion et de rétraction du pigment. Malgré le changement d'écran radical, les Grenouilles réagissent sans faute à tous les objets de l'ambiance, aux quels une Grenouille soit capable de réagir, en général. De même, leur livrée n'a pas cessé de réagir, par une mélanocinèse, à toute oscillation de l'intensité lumineuse, et elle n'a pas perdu, non plus, son rythme nycthéral des phases alternantes d'éclaircissement et de rembrunissement. Mais, après chaque oscillation, soit accidentelle et passagère, soit fixe à des heures de périodicité cosmique, la coloration, tant que dure la résonance contractée, revient toujours à l'état qui a été déterminé par le passé optique de l'individu, en dépit des exigences optiques du temps présent.

Il est évident que cette impuissance actuelle (du reste, transitoire!) de réaliser une résonance mélanocinétique avec l'écran, n'a son siège ni dans les récepteurs rétinien ni dans les effecteurs des mélanophores, mais bien plus profondément, quelque part dans le système nerveux central. Et ici, étant donné que seule la qualité optique de l'écran avait changé, tandis que ses relations spatiales (localisation, forme, grandeur) demeurent les mê-

mes que par le passé, cette impuissance à réaliser une résonnance actuelle ne pourrait résider que dans les limitations qualitatives de la plasticité du processus nerveux fondamental, et non dans des enrayements dûs à de gros mécanismes d'une connexion associative (cf. R. Minkiewicz '14 et '29).

2. Crises de plasticité, et races résistantes.

Quand la résistance d'une habitude optique se trouvera enfin vaincue par le bombardement continu d'un nouveau facteur optique, et les excitations actuelles se feront chemin à travers les stations centrales, pour réaliser, dans les mélanophores, une nouvelle résonnance avec l'écran,—à partir de ce moment, tout changement nouveau d'écran ne demandera plus un long temps pour déterminer un réaccord de la livrée.

Une fois labilisée, la plasticité centrale présente des conditions propices pour faire entrer promptement les chromatophores en contact effectif avec la valeur momentanée des facteurs optiques. Cependant, afin qu'elle puisse se maintenir dans cet état, elle nécessite à être mise en action, de temps en temps, par de nouveaux changements d'écran.

Dans le cas contraire, elle subira petit à petit une nouvelle limitation, au fur et à mesure de la durée croissante de la résonnance réalisée, pour devenir finalement aussi figée dans celle-ci qu'elle l'était dans l'autre (dans celle que l'on venait de briser). Dans nos longs élevages des *Lessonae* et des *ridibundae*, nous avons eu pas mal d'exemples d'une telle stabilisation progressive, tantôt de la résonnance avec l'écran blanc, tantôt de celle avec l'écran noir, sans qu'on y ait pu constater une différence entre les deux cas.

Plus longtemps un animal demeure rebelle à un changement de livrée synchronématique, plus frappant apparaît le moment de la crise de sa plasticité, quand, après bien des mois d'attente inutile et, semblait-il, insensée, nous le trouvons un jour changé dans le sens de résonnance.

Ce fut le cas, p. ex. de plusieurs *ridibundae* d'un brun foncé que nous avons déjà fait peindre comme „races immuables”, (Fig. 21, Pl. VII), quand soudain, à notre grande surprise, vint se rompre leur résistance à des excitants „blancs” qui les avaient

bombardé depuis si longtemps, et nos Grenouilles de devenir beaucoup plus claires. Il en fut de même de ces *Lessonae* vert-clair dont il a été question dans les premiers chapitres, et dont l'amplitude primitive de rembrunissement (sur fond noir) était si petite qu'elle se dérobait à une appréciation au catalogue, ou au dessein. Cet état de choses a duré des mois, malgré le séjour continu sur le noir. Puis, un rembrunissement apparut qui, depuis lors alla s'accroissant¹⁾.

Force nous était de changer d'interprétation: les prétendues „races immuables” se sont muées en „individus fort résistants”. Aujourd'hui, nous sommes enclins de croire que, pour nos espèces européennes du genre *Rana*, il n'existe probablement pas de races immuables. Il ne s'y agirait que du facteur „temps”, pris dans le sens du „passé optique” de l'individu. Optique, sensu strictiori (et non photique!). Si la vie n'avait pas présenté à la Grenouille aucune opportunité d'exercer leur plasticité de résonance variable avec l'ambiance, sa limitation a pu aller jusqu'à devenir pratiquement équivalente à une monobolisation complète (R. Minkiewicz '14, '26, '29), c'est-à-dire, à une perte totale d'excitabilité pour d'excitants discordants, autres que celui qui demeurerait stable par le passé. Il s'y aurait formé donc apparemment une „race quasi-immuable”, mais elle n'aura rien d'une race réelle, c'est-à-dire, constitutionnelle, génétique, n'étant que de formation secondaire, fonctionnelle, toute embiontique.

3. Accroissement scalaire de l'amplitude des mélanocinèses de résonance.

Un changement de livrée, réalisé au moment considéré (n'importe sa vitesse!), n'est pas souvent caractéristique de la potentia-

¹⁾ En réalité, le dernier exemple fut bien plus ce appliqué, ces *Lessonae* ayant montré, en même temps, une explosion de la potentialité mélanopofétique formidable qui contribua énormément à accentuer leur synchronisme avec l'écran noir. L'on comprend aisément qu'il n'est pas facile de dire, si le rembrunissement apparu subitement, chez ces Grenouilles, était dû à la seule augmentation de l'amplitude d'expansion du pigment préexistant, ou bien s'il l'était, en même temps, à l'accroît de la masse du pigment, ainsi que du nombre des mélanophores. Mais, dans bien d'autres cas, le côté mélanopofétique n'entrant pas en jeu, la dite difficulté ne se présentait pas.

lité chromatobolique totale de l'individu. L'amplitude de la réaction mélanocinétique (a_1) y manifestée, quoique maximale à ce stade d'influences optiques, peut subir, avec le temps, un nouvel accroissement, sous l'action cumulative des mêmes influences, sans que rien ait changé dans les conditions d'expérience. C'est le facteur „temps” qui y manifeste encore sa puissance créatrice. La durée homogène des excitations optiques déterminées produit à elle seule un accroît de leur effet mélanocinétique.

Ainsi atteinte, la nouvelle amplitude de la mélanocinèse de résonance (a_2) peut encore ne pas être définitive, absolument maximale, pouvant se trouver un jour dépassée, à son tour, sous l'influence d'un nouvel accroît suffisant de la durée optique homogène (a_3).

Cet accroissement scalaire, par poussées, d'une étape à une autre, de l'effet chromatobolique de résonance, a lieu, dans nos conditions d'éclairage diffus du jour, aussi bien dans le cas d'écrans éclaircissants que dans celui d'écrans rembrunissants.

Le fait est bien intéressant. Il nous fait voir une manière toute particulière du fonctionnement nerveux central qui, sous l'afflux continu des excitations homogènes et invariables, n'augmente (resp. diminue) le potentiel des décharges que par poussées discontinues et largement espacées, comme s'il y avait un escalier à monter (resp. à descendre). C'est une sorte de fonctionnement quantique, si l'on voudrait y appliquer la notion de Planck.

Schématiquement, l'on pourrait représenter le phénomène par des graphiques que voici (Fig. 5):

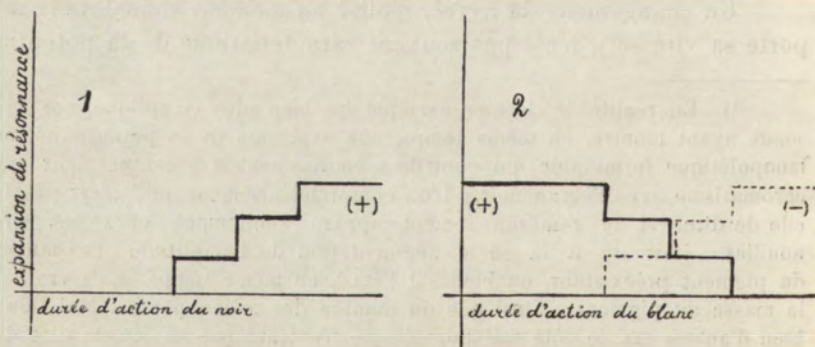


Fig. 5. Accroissement scalaire des réactions mélanocinétiques de résonance. Graphique 1: expansion par poussées sous l'action durable homogène de l'écran noir. Graphique 2: trait continu — décroît succédané de l'expansion, sous l'action durable et homogène de l'écran blanc; trait discontinu — le même, en termes de réaction croissante. (Schématique).

L'accroissement scalaire de l'amplitude des réactions de résonnance se laisse observer non seulement dans le cas des „races résistantes” venant de leur milieu naturel, après que l'on eût rompu leur „immuabilité” apparente, mais aussi dans le cas d'élevage de longue haleine, quand on se décide enfin d'en changer l'écran.

Il en était ainsi, p. ex. d'une grosse *ridibunda* d'un brun métallique que nous avons, autrefois, rendu toute claire et puis laissé sur un fond blanc durant cinq années consécutives, pour d'autres visées¹⁾. Or, cette *ridibunda* (Fig. 19, Pl. VII), douée primitivement d'une large plasticité chromatobolique et d'une grande amplitude des réactions de résonnance, maintenant, après 5 ans d'action continue du blanc optique, ne montrait plus qu'une plasticité considérablement limitée et une amplitude fort restreinte. Mise sur un fond noir, elle refusa, pendant plusieurs jours, de manifester un rembrunissement, et quand elle l'a fait enfin, ce rembrunissement non seulement s'est montré infiniment plus faible que celui d'il y a cinq ans, mais il ne l'égala pas encore après plusieurs poussées successives de son accroissement en amplitude.

Il en était de même, entre autres, d'une *Lessonae* (*A*_{1,27}) vert-clair, à ventre originairement immaculé (Fig. 15, Pl. VI, et Fig. 18a, Pl. VII), qui, autrefois, après que l'on eût rompu sa résistance à l'action du noir, avait fait voir une potentialité de mélanopoïèse formidable (Fig. 15a, Pl. VI, Fig. 18b, Pl. VII). Or, mise maintenant (après 3 ans de séjour sur le fond noir!) sur un fond blanc, elle s'opposa, une douzaine de jours durant, à rede-

¹⁾ Notre but était d'éclaircir un problème tout nouveau qui venait de surgir au cours de nos recherches sur la mélanopoïèse d'origine optique (R. Minkiewicz '33a) et qui en faisait une contre-partie phénodynamique et biochimique, à savoir: le problème d'une mélanoptise d'origine optique. La tâche n'a pas été aisée du tout, et une bonne part de difficultés en revient, justement, à la variabilité de l'amplitude des mélanocinèses de résonnance: à son accroissement (resp. décroissement) scalaire. Mais, enfin, nous ne fûmes pas déçu dans nos espérances: la diminution de la masse du pigment mélanique et du nombre des mélanophores, ainsi que la disparition de certaines taches sur le ventre des Grenouilles, sous l'action durable de l'écran blanc, est aujourd'hui un fait acquis (cf. R. Minkiewicz '33a). Et, c'est un fait d'une importance capitale, à bien des points de vue.

venir claire, pour ne donner ensuite qu'une médiocre rétraction du pigment qui, à cette première étape d'éclaircissement, ne dépassa pas un tiers de l'amplitude totale. Celle-ci ne fût pas encore réalisée à la deuxième étape d'éclaircissement, après une nouvelle douzaine de jours passés sur le fond blanc. Et ainsi de suite...

Chapitre VIII (discussion).

Question d'autres facteurs intrinsèques.

1. Rôle des sécrétions posthypophysaires.

Si, dans l'analyse du déterminisme intrinsèque de la résonance optique de la livrée des Grenouilles, nous n'avons pas tenu compte des facteurs endocrines, ce n'est pas que nous méconnaissons, en général, leur rôle physiologique, morphogénétique ou psychophysiologique, mais que nous n'y pouvons voir un moyen d'expliquer les phénomènes dont nous nous occupons.

Dans les travaux de Spaeth et Barbour ('17, sq) et de L. Abolin ('25), sur les chromatophores des Poissons, ainsi que dans ceux de Smith ('16), B. M. Allen ('17,20), Atwell ('19), Kahn ('22), Uyëno ('22) et surtout de Hogben ('22—23) et collaborateurs, sur les chromatophores des Grenouilles, l'on a pu réunir des preuves suffisantes d'une action directe puissante des facteurs incrétoires sur la mélanocinèse et, partant, sur la coloration des Vertébrés inférieurs. La substance posthypophysaire (appelée aussi „pituitrine”, „infundine” etc.), introduite dans l'économie d'une Grenouille par voie péritonéale ou circulatoire (méthodes de Fenn, de Krogh), se montre un agent d'expansion mélanique si puissant, qu'on est arrivé ensuite à se servir, en pharmacodynamique, des Grenouilles vivantes (c'est dire, de leurs mélanophores) pour le titrage des extraits du lobe postérieur de l'hypophyse (Penaud, Blanchard, Simonnet '29).

Mais, entre le fait d'avoir provoqué une réaction mélanocinétique à la suite d'injections des doses massives de l'extrait, et la possibilité d'en inférer sur ce qui se passe dans l'organisme au cours de sa vie normale,—il y a tout un abîme. Surtout, quand il s'agit des phénomènes aussi délicats et aussi complexes que ceux de résonance optique de la livrée. A-t-on jeté, au moins, audes-

sus de cet abîme, une première passerelle sous forme de constatation de cette substance dans la circulation des Grenouilles non injectées, ainsi que des propriétés additives de ses effets, dans les mélanophores (ce qui serait absolument indispensable)?

En ce qui touche directement notre problème à nous, a-t-on constaté, dans la circulation des Grenouilles, des fluctuations du taux de la pituitrine corrélatives des différentes conditions photiques et optiques qui régissent, l'on vient de le voir, l'exercice de la fonction mélanocinétique? A-t-on démontré une capacité d'accumulation de la substance, à l'intérieur de la glande, pour qu'on puisse, par son déversement soudain et massif, expliquer les crises de la plasticité chromatobolique de résonance optique, ainsi que les poussées de l'accroissement scalaire de l'amplitude des réactions? La structure histologique de la *pars intermedia* autorise-t-elle une pareille hypothèse? Et une telle explication des crises de résonance ne se trouve-t-elle pas empêchée par le fait que la voie d'élimination de l'infundine, la seule histochimiquement constatée, mène au troisième ventricule, d'où l'infundine ne peut passer dans la circulation générale qu'au moyen d'une lente résorption?

D'autre part, pour que l'on soit autorisé de chercher le déterminisme desdits phénomènes en cathégorie de la sécrétion posthypophysaire, il faudrait d'abord avoir dûment établi, sinon chez les Grenouilles, du moins chez un Vertébré quelconque, que cette sécrétion soit effectivement réglée par des influences optiques (comme Spiegel '28 p. 113 paraît être enclin de l'admettre, sur la foi de l'opinion de Greving!). Tant qu'on ne l'ait pas fait, et, surtout, tant qu'on n'ait pas prouvé que le noir provoque, par voie réflexe, une forte production de l'infundine, et le blanc—son inhibition totale, tout moyen nous manque d'étayer le raisonnement en question. Comment alors parler d'expliquer cet ensemble complexe des phénomènes hétérogènes se passant simultanément et interférant entre eux, que nous venons de faire connaître dans une suite des chapitres?

Nous ne pouvons qu'admirer la puissante foi (d'ailleurs, à la mode depuis un quart de siècle) de ces physiologistes qui, suggestionnés par les résultats positifs de leurs injections d'extraits, viennent affirmer, comme l'a fait p. ex. L. R. Hogen ('24 p. 78) que „the regulation of colour response by fluctua-

ting pituitary secretion is adequate to interpret all the accredited phenomena in adult Amphibia, [without involving a direct innervation of melanophores]”.

Eliminons le passage final de cette assertion de Hogben (nous l'avons marqué de parenthèses). Il n'en est pas caractéristique. L'innervation directe des mélanophores n'a pas pu être démontré chez les Grenouilles, contrairement à ce qui a eu lieu chez les Poissons et chez d'autres classes des Vertébrés. En matière de résonance optique et de son déterminisme nerveux central, la question d'une innervation directe, ou médiate des effecteurs chromatoboliques¹⁾, importe peu. Elle n'a exercé aucune influence sur nos raisonnements que l'on vient de lire. Il suffit pleinement qu'il y ait une conduction d'excitations. Une opposition de ce qui y est immédiat à ce qui ne l'est pas, nous paraît bien surannée.

Ne connaît-on pas, depuis Purkinje, dans un mécanisme de précision qu'est un cœur de mammifère, des appareils de conduction tissulaire autres que celui des fibrilles nerveuses? Ne connaît-on pas, depuis les découvertes de Loewi ('21), d'un côté, et celles de J. Demoor et son école, de l'autre, les faits de l'apparition, dans l'intimité des tissus excités par un nerf, „des substances chimiques capables de continuer, en la différenciant, la fonction conductrice du nerf” (Demoor '31)? Nous entendons les substances „mimétiques” (Hamburger) du vague et du sympathique, et les substances „actives” (Demoor) nodales, rythmant le travail de l'oreillette. Bien avant ces chercheurs, dans notre livre sur le polybolisme nerveux fondamental, paru juste au moment de l'irruption de la guerre, nous avons longuement développé l'hypothèse de l'identité foncière du polybolisme de l'irritabilité et de conductibilité nerveuse, et de celui de la production des substances humorales d'immunisation et d'anaphilactisation (R. Minkiewicz '14, pp. 136—142).

¹⁾ Il existe, pourtant, des faits physiologiques que l'on ne s'expliquerait pas sans l'innervation directe des mélanophores. Telle, l'autonomie chromatobolique des taches dorsales, chez certaines *Lessonae*, qui, l'on a vu dans le Chap. II § 2b, peuvent s'effacer inopinément, pour un temps, sans aucune cause plausible et sans que le fond du dos s'éclaircisse simultanément. (Pl. VII. Fig. 16 a, b, c).

Ainsi, l'on ne manque pas de moyens de conduction intermédiaires. Et Langley, n'entrevoit-il pas déjà le rôle et la portée des „substances intermédiaires” entre une terminaison nerveuse et un mécanisme fonctionnel?

La question de l'innervation „directe” ainsi éliminée, l'assertion de Hogben, de pouvoir expliquer tous les phénomènes chromatoboliques chez les Grenouilles en cathégorie posthypophysaire, nous paraît d'autant plus surprenante.

Outre les défauts capitaux par où pecherait aujourd'hui une pareille explication, il y en a d'autres liés spécialement à l'influence de l'écran blanc. Car, si tout s'y basait sur une simple inhibition, par l'action du blanc, de la sécrétion de pituitrine, comment pourrait avoir lieu le phénomène de la résistance prolongée que les Grenouilles foncées opposent à cette action? En quoi consisterait ici la crise de la plasticité de résonance, suivie d'une rétraction du pigment? Sur quoi reposerait l'accroissement scalaire, par poussées longuement espacées, de l'amplitude de rétraction, après la crise fondamentale?

Recourir, ad hoc, à d'autres substances endocrines, sécrétées par d'autres glandes, ne nous mènerait ici à rien.

A ces difficultés s'ajoute l'impossibilité absolue d'englober, dans une interprétation posthypophysaire, les réactions photodermiques, les troubles passagers de la résonance, ainsi que les phénomènes complexes du rythme nyctéméral, enfin tout ce enchevêtrement des facteurs disparates et des tendances interférant les unes avec les autres, qui confère au domaine en question un cachet si caractéristique et attrayant.

Le phénomène de la dissociation dorso-ventrale des réactions mélanocinétiques présente des difficultés de nature différente. Comment une moitié du derme pourrait-elle s'affranchir subitement de l'organisme tout entier, le derme y compris, nécessairement? Comment se ferait-il que cet agent „uniquement responsable des phénomènes chromatoboliques” cède son rôle, dans certaines conditions d'éclairage, à d'autres facteurs, non endocrines ceux-là? Et la difficulté de s'accroître, en face de la persistance de cette dissociation lors des périodes „nocturnes” (à l'obscurité absolue), où elle revêt un caractère inverse à celui des périodes „diurnes”.

Bref, nous ne pourrions attribuer aux sécrétions posthypophysaires qu'un rôle, plutôt restreint, d'un chaînon dans le

déterminisme de la résonnance optique de la livrée des Grenouilles, et de la résonnance seule, les autres phénomènes chromatoboliques (comme, p. ex. la réaction photiques directe, ou le rythme nycthéral) ne semblant pas demander leur concours, du tout. Et encore, même lorsqu'il s'agit de réaliser une résonnance avec l'écran noir, ce qui serait son action privilégiée, le chaînon des sécrétions posthypophysaires n'y peut rien — l'on a trop bien vu — sans un concours positif du chaînon qui le précède et le conditionne, celui de la plasticité nerveuse centrale ¹⁾.

2. Question de l'organe pariétal.

Tandis qu'un recours supplémentaire à de substances sécrétées par d'autres glandes endocrines, soit homodynamiques de la pituitrine soit antagonistes (p. ex., l'adrénaline), ne serait d'aucune efficacité réelle dans notre problème, la chose pourrait paraître sous un jour plus favorable relativement à un organe qui a sa porte de réception à lui, destinée — semble-t-il — à de facteurs lumineux. Nous entendons l'organe pariétal. Hélas! sur ses facultés de récepteur photique, chez les Grenouilles, notre ignorance demeure absolue. Et l'on ne sait rien, également, sur le pouvoir mélanocinétique de ses hypothétiques produits de sécrétion, chez les Anoues. L'on y serait donc réduit à de pures hypothèses. Si, pourtant, l'on avait intention d'attribuer, dans le déterminisme des changements de livrée chez nos Grenouilles, une part à l'organe pariétal, à l'instar de ce que K. v. Frisch ('12) a essayé de démontrer chez les Poissons, l'on heurterait immédiatement à d'obstacles trop réels que voici.

a) Quant aux facteurs lumineux. La série des *capuchons* nous a fait voir que l'action rembrunissante de ces facteurs s'exerce directement par voie de réception dermique, l'organe pariétal s'y trouvant éliminé simultanément avec les globes oculaires. Et il en est de même de tous les phénomènes déterminés par les oscillations de l'intensité photique, dans la série des *plafonds*,

¹⁾ Les recherches histologiques n'ont pas pu démontrer, chez aucun Vertébré, l'existence des cellules ganglionnaires dans la *pars nervosa* de l'hypophyse, adjacente à la *pars posterior* qui élabore la substance active en question. Donc, ce n'est pas là que les changements de plasticité nerveuse ont lieu.

la lumière incidente n'y arrivant directement qu'au derme ventral.

b) Quant aux facteurs optiques. Il serait puéril, en présence des deux énormes voies oculaires, d'aller chercher secours à un misérable et submicroscopique rudiment d'organe à fonction réceptrice douteuse. Comment, du reste, les écrans du fond pourraient-ils exercer leur influence sur l'organe placé du côté opposé du corps de la Grenouille?

3. Question d'influences antagonistes sympathiques et parasympathiques.

Depuis que Langley a réussi à différencier les deux parties du système autonome, il est à la mode d'attribuer, souvent à la légère, les effets antagonistes dans le fonctionnement d'un organe interne quelconque, à des excitations antagonistes venant de ces deux parties. Rien d'étonnant que le tour en est venu des processus antagonistes d'expansion et de rétraction du pigment dans les mélanophores, resp. dans d'autres effecteurs chromatobliques. Kahn ('22), chez les Grenouilles, et Giersberg ('30), chez des Poissons, en se basant sur l'action antagoniste des substances injectées: „sympathicotropes” (ergotamine, nicotine) d'un côté, „parasympathicotropes” (adrénaline, pilocarpine, choline, physostigmine) de l'autre, se sont cru autorisés à attribuer tout rembrunissement de ces animaux à des excitations sympathiques.

Cependant, si même l'on était autorisé (ce qui n'est pas le cas!) à faire des conclusions neurologiques sur la seule base des grossières expériences pharmacodynamiques, la chose ne nous mènerait à rien dans l'analyse des phénomènes complexes de la résonance optique, et ceci d'autant moins qu'on n'a pas réussi à différencier les centres parasympathiques, chez aucun des Vertébrés les mieux connus et par l'étude d'aucune de leurs fonctions.

Mais, justement, le côté méthodologique des travaux cités pèche mortellement, et voici pourquoi: 1°. Les essais pharmacodynamiques n'autorisent à inférer de l'innervation d'un organe périphérique que si l'on a eu soin d'éliminer les effets secondaires possibles touchant les vaisseaux sanguins de l'organe, donc sa nutrition et son oxydation (Dale, Reid Hunt, cf. Schilf '26). 2°. Les auteurs n'ont pas éliminé l'action directe des substances introduites, sur le cytoplasme des mélanophores (sur quoi cf.

Schilf '26, p. 76). 3°. Les réactions antagonistes ayant lieu dans les limites d'un seul organe, même d'un organe infiniment plus complexe que ne l'est un mélanophore, n'exigent pas encore fatalement l'admission d'une innervation antagoniste (Schilf '26, pp. 56, 61 — 64, 114, 134, 157 — 8). L'on sait depuis W e d e n s k y que de telles réactions peuvent être conditionnées soit par un changement d'excitabilité de l'organe, soit par une oscillation de l'intensité d'excitations qui lui parviennent, soit, enfin, par leur durée trop longue (soit, encore — pouvons nous ajouter aujourd'hui — par un changement de chronaxie dû aux influences pharmacodynamiques directes ou médiatees).

Toutefois, si, dans le problème du déterminisme photoptique de la livrée des Grenouilles, les travaux de K a h n et de G i e r s b e r g ne nous sont d'aucune utilité, ils ont pourtant un grand mérite d'avoir mis en doute la soi-disant „passivité” de l'un des deux processus antagonistes de la mélanocinèse, celui d'expansion du pigment, que l'on avait l'habitude d'opposer à „l'activité” du processus de rétraction. K a h n s'explique d'une façon des plus nettes, que ces deux processus intracellulaires, tout antagonistes qu'ils soient l'un par rapport à l'autre, n'en sont pas moins actifs tous les deux, et juste au même titre. Conclusion importante, au point de vue physiologique général, et qui est corroborée par bien d'autres faits, des plus disparates, comme, p. ex. les observations d'U y ë n o sur l'état d'expansion supramaximale de la mélanine, sous l'action de l'extrait hypophysaire (cf. B i e d e r m a n n '26, 316), d'un côté, et de l'autre, toute une série de nos résultats qu'on vient de lire au cours de la présente étude, et notamment: l'identité foncière de la formation des résistances, ainsi que de la récupération de la plasticité de résonance sur les fonds blancs et noirs; le comportement du pigment mélanique dans l'obscurité durable où il tend vers un état intermédiaire entre celui d'expansion et celui de rétraction etc. L'on en trouvera un développement plus explicite dans nos études sur la mélanopoièse et sur le rythme nyctéméral de la livrée, chez les Grenouilles.

4. Question de la localisation centrale des phénomènes de la résonance optique.

Il ne peut s'agir ici que de déterminer le niveau axial de la couche cellulaire dont les changements d'excitabi-

lité conduiraient soit à une limitation extrême de la résonnance (manifestée par une résistance durable vis-à-vis des excitations optiques inaccoutumées, donc dissonnantes), soit, inversement, à sa prompte et parfaite réalisation, dans les effecteurs mélanocinétiques.

Le problème est d'une extrême délicatesse, et d'une difficulté méthodologique infiniment plus grande que l'était celui de la localisation de la fonction mélanocinétique qui, pourtant, n'a pas été résolu, malgré des nombreuses recherches chirurgicales, en commençant par celles de Vulpian et Steiner etc. etc. jusqu'à celles de Mlle Königs en 1915.

Pour pouvoir aborder le problème dont nous parlons ici, il faudrait résoudre, au préalable, les six questions suivantes: 1^o, jusqu'à quelle couche ganglionnaire cérébrale s'étendent, chez les Grenouilles, les innervations optiques profondes et leurs influences?; 2^o, les centres du système autonome, jouent-ils un rôle direct dans les changements mélanocinétiques, comme l'on avait cru jusqu'à Hogben, ou bien non? („direct", c'est-à-dire, non consécutif aux effets vasomoteurs!); 3^o, la fonction sécrétoire de la posthypophyse, est-elle influencée par l'excitation des ganglions cérébraux, chez les Grenouilles? si oui, alors de quels ganglions¹⁾, précisément?; 4^o, la même fonction sécrétoire, est-elle stimulée par une excitation directe de la *pars nervosa hypophysis*?; 5^o, où se trouve localisée la partie photodermique de la fonction mélanocinétique? 6^o, dans quelle couche ganglionnaire se trouve localisé le rythme nyctéméral des changements de livrée?

Ce n'est que sur la dernière de ces 6 questions que nos recherches actuelles nous permettent d'avoir quelques lumières. La localisation du rythme N/H se montre entièrement indépendante de celle des changements de la résonnance optique, puisque les oscillations nyctémérales de la livrée ont lieu aussi bien dans la phase des résistances (soit au blanc, soit au noir) que dans celle de labilisation parfaite de la plasticité chromatobolique. Nous nous croyons autorisé d'en conclure, que le niveau axial de la localisation du rythme N/H se trouve situé plus

1) L'on sait que les essais de Schürmayer, p. ex., sur l'influence de l'excitation directe des centres du *Diencephalon*, n'ont pas abouti à des résultats positifs (cf. Spiegel '28, p. 113).

bas que celui des changements de plasticité de la résonnance optique.

En ce qui concerne ce dernier niveau — pour reprendre notre problème actuel — deux séries de considérations semblent lui imposer certaines limites, bien vagues encore. D'une part, la vision des Grenouilles concernant toutes sortes des caractères d'objets (forme, mouvement, couleur, direction, grandeur), demeure entièrement indépendante de l'état de plasticité synchromatique, les animaux réagissant d'une manière normale à toutes ces excitations optiques, sur chaque fond d'élevage et dans chaque phase de leur résonnance (resp., de leur résistance). Il s'ensuit que toutes les couches optiques successives, jusqu'au niveau opticomoteur inclusivement, conservent, dans ces conditions, leur état fonctionnel absolument normal. D'autre part, sur tous (ou sous tous) les écrans et dans chaque phase de leur résonnance, les Grenouilles demeurent aptes à répondre par une réaction mélanocinétique à toute oscillation lumineuse, et conservent intact leur rythme nycthémeral de la coloration. Il s'ensuit que les centres de la mélanocinèse de tous les étages conservent, dans ces conditions - là, leur état fonctionnel absolument normal.

En conclusion, le niveau cérébral des changements de la plasticité de résonnance optique (=synchromatique s. larg.) doit se trouver quelque part entre les couches optiques les plus profondes et les couches mélanocinétiques les plus élevées, — à moins qu'il ne soit placé dans un diverticul cérébral à part.

Serait-ce dans les cellules ganglionnaires du Mésencéphale, ou dans les couches limitrophes du Diencephale? ou bien dans le *Palaeostriatum*, resp. dans l'*Epistriatum* primitif, si peu développé chez les Grenouilles? Serait-ce, enfin, dans cette énigmatique, mais phylogénétiquement prospective, partie dorsale du *Thalamus*, faisant comme une ébauche de projection sur des replis latérales du manteau cérébral (*Palaeopallium*), et se trouvant dans un rapport étroit aux collatérales de l'*Opticus*, d'une part, et aux voies de la „sensibilité vitale” de l'*Oblongata*, de l'autre? (cf. *Ariëns Kappers* '21, *Spiegel* '28).

L'état actuel de la science neurologique ne nous permet pas de préciser. Mais, ce défaut de la science, tout pénible qu'il soit

du point de vue général, demeure sans conséquences pour les problèmes physiologiques qui nous intéressent. Car, une localisation anatomique des changements de plasticité de la résonance optique le mieux établie, ne nous serait d'aucun secours en matière de compréhension du processus intime de ces changements: cependant, ce n'est que ceci qui ferait étape, dans l'étude que nous poursuivons.

Chapitre IX.

Addenda disparates, mais nécessaires.

1. Un facteur psychique: la „peur” d'origine optique.

Bien que l'on ait souvent l'impression d'avoir sous les yeux les phénomènes de cet ordre subtil, il n'est pas aisé du tout d'en donner des preuves qui résisteraient à une analyse objective serrée. Mais, enfin, nous y sommes. Evidemment, ces preuves ne peuvent être données que sur des individus d'une impressionnabilité toute exceptionnelle et d'une parfaite plasticité chromatobolique centrale.

Voici une forte *ridibunda* (R_{32}) séjournant sur un fond blanc qui, à l'approche de l'observateur, ayant ébauché tous les mouvements de fuite sous l'eau—impossibles à être réalisés dans un bocal à 1 cm. de niveau—rembrunit progressivement sa livrée jusqu'à son amplitude maximale actuellement disponible. Après un temps, qui peut comporter jusqu'à une heure, et si rien ne se passe, la livrée commence à s'éclaircir petit à petit et, finalement, récupère son état antérieur, déterminé par la résonance optique. Un nouveau mouvement brusque de l'observateur, et le phénomène de recommencer, identiquement. Sur d'autres fonds, si l'état d'expansion n'est pas à son maximum, le phénomène se produit toujours, invariablement, bien que sur une échelle restreinte.

Le bocal se trouvant entre l'observateur et la fenêtre, l'approchement de celui-là n'a pas pu influencer sensiblement sur l'intensité de la lumière du jour. D'ailleurs, la diminution de celle-ci ne peut déterminer qu'une mélanocinèse de rétraction, jamais celle d'expansion. La cause n'en était pas, non plus, dans quelque subit éclairage du ventre, la Grenouille n'ayant pas fait le moindre saut ni se haussée sur ses membres, mais bien le contraire, s'étant blottie contre le fond du récipient, autant que cela lui était possible. L'écran optique représenté par l'observateur n'est pas responsable du phénomène, celui-ci demeurant identique au cas de veston blanc qu'au cas de n'importe quel autre vêtement.

En fin de compte, il n'y a que le facteur affectif, analogue à notre peur à nous, qui, seul, aurait pu produire cet éclaircissement subit et passer de la livrée. Cette réaction ne serait, d'ailleurs, qu'un concomitant dermique d'une réaction motrice générale, celle du kinétotropisme négatif

(R. Minkiewicz '31); celle-ci se trouvant empêchée, celle-là pourrait devenir son remplaçant vicair, ou son symbole, comme c'est le cas chez les humains.

2. Manque d'un oeil.

Chez les trois espèces étudiées, le manque d'un oeil, dû à un accident quelconque dans le passé, n'exerce aucune influence appréciable sur leur fonction chromatobolique. Il ne détermine pas trace d'une asymétrie de leur livrée. Il ne provoque aucune différence dans leur plasticité de résonance avec les écrans de fond ou de plafond. Il ne retrécit pas l'amplitude de leurs mélanocinèses. Et il ne semble pas empêcher l'éveil de leur pouvoir mélanopoïétique, sur le fond noir.

L'oeil qui demeure intact suffit, à lui seul, pour leur assurer plein exercice de la potentialité mélanobolique qui leur est dévolue. Nous tenons à faire rappeler que le même fait a été constaté par nous, il y a un quart de siècle, dans le cas du synchromatisme d'une crevette, *Hippolyte varians* (R. Minkiewicz '08).

3. Inanition.

Bien que les conditions d'alimentation fussent égales pour tous les animaux de nos séries, il arrivait que certains individus, à un moment donné, commençaient à maigrir, parfois, d'une façon irrémédiable, malgré tous nos efforts, ce qui finissait par les amener à un état d' inanition épouvantable, tels des squelettes empaussés. Eh bien, cet état, ainsi que le jeûne prolongé imposé à d'autres individus par la volonté du chercheur, n'empêchait pas qu'ils conservassent leur plasticité mélanocinétique et leur potentialité de résonance optique. De même, une transition brusque, d'un état normal à celui de jeûne, ne semble pas influencer sur l'exercice de la fonction chromatobolique.

L'intérêt de ces cas qui, souvent, ont été désastreux pour nos séries en train d'expériences, est bien grand pour l'appréciation juste de la puissance des facteurs optiques comparés à d'autres, même à ceux d'une importance biodynamique capitale.

4. Suralimentation.

Un régime inverse au précédant: la suralimentation avec l'engraissement consécutif, n'influe pas, non plus, sur le caractère des mélanocinèses et ne paraît pas mener à un accroissement appréciable de la plasticité synchromatique, en comparaison avec ce qui a lieu chez des spécimens normaux, ou maigres. Chez des individus refractaires aux changements de livrée, en raison de leur passé optique uniforme, l'engraissement ne semble pas réduire la durée de la période de résistance. D'un autre côté, il ne semble pas empêcher un processus de mélanophthise (diminution de la masse du pigment mélanique et du nombre de mélanocytes) ayant lieu sous l'influence durable et fort prolongée de l'écran blanc.

5. Maladies.

Après ce qui vient d'être dit, l'on ne sera pas étonné d'apprendre que les Grenouilles atteintes de maladies diverses, internes aussi bien qu'externes, telles que diarrhée, ulcères, traumatismes, infections cutanées etc.,

continuent à manifester leurs mélanocinèses de résonnance optique. La cicatrisation des plaies et des ulcères n'exerce pas, non plus, une influence notable sur l'état de livrée de nos animaux. Il s'ensuit que les excitations chimiques et mécaniques qui, assurément, ne manquent pas s'y produire, quelles intenses, douloureuses et durables qu'elles puissent être, ne sont pas de force à prévaloir contre les influences optiques caractéristiques.

Même, les animaux gravement malades et qui cheminent visiblement vers la mort, ne perdent pas leur faculté de résonnance synchromatique. Ce n'est que quand ils sont en train d'expirer, que la résonnance cède place à un changement chromatobolique définitif et irréversible.

6. Changements chromatoboliques post mortem.

Les changements postmortaux consistent surtout en une rétraction du pigment dans tous les mélanophores du derme et de l'épiderme (ainsi que de ceux des organes internes), cette fois-ci sans aucun rapport avec les propriétés optiques du fond, ou du plafond.

Le processus qui avait commencé déjà du vivant de l'animal, ne prend pas fin au moment que ses derniers actes moteurs aient cessé, mais continue à s'accroître durant des heures et des heures, souvent jusqu'au lendemain. La peau s'éclaircit de plus en plus, dans les taches, barres, marbrures etc. aussi bien que dans le fond du dos, laissant voir des couleurs carotiniques claires aux endroits, où jusque-là elles n'ont pu être même soupçonnées (p. ex., dans les taches dorsales et les marbrures fémorales des certaines races de la *ridibunda*).

Le fait le plus frappant est que, jamais, le plus long séjour sur un fond blanc, ou jaune, n'arrive à déterminer une livrée aussi claire, et aussi jaune, que celle qui résulte des changements post mortem. Ainsi, p. ex. diverses *Lessonae* claires qui, de leur vivant et sous l'influence de l'écran blanc, n'ont jamais pu dépasser un *Vert-mousse*, maintenant mortes, finissent par revêtir un *Jaune-pyrètre 2*, un *Jaune-de-chrome* ou de *citron* pour le fond de livrée, tandis que dans leurs taches dorsales qui, jusque-là, paraissaient bien brunes, voici apparaît un *Bronze de médaille 4*, ou un *Olive-passé 4*. Et ceci chez des animaux qui, ayant vécu plus d'une année sous l'influence de l'écran noir, non seulement avaient acquis une expansion maximale de leur mélanine, mais avaient réussi à développer une forte mélanopoièse.

Quand les pigments carotinoïdes font défaut (ou presque) dans le fond du dos, ainsi que c'est le cas des bien des *ridibundae*, le jaunissement postmortal peut encore avoir lieu dans les taches et barres.

Ce jaunissement excessif des certains animaux ne saurait être attribué totalement à l'extrême rétraction de la mélanine, puisque il a lieu aussi chez les animaux qui, de leur vivant, avaient réalisé la plus parfaite résonnance avec l'écran blanc. Il est évident qu'une bonne partie de ce jaunissement postmortal relève d'autres processus chromatoboliques, probablement de ceux qui se passent dans des xanthophores. Mais, il nous est impossible d'en préciser quoi que ce soit, n'ayant pas fait de recherches microscopiques y relatives.

Chapitre X.

Conclusions générales.

A. Quant à la fonction mélanobolique:

Aa — côté cinétique de la fonction:

1. Trois sortes de réactions mélanocinétiques.

Les mêmes effecteurs de la fonction mélanobolique et les mêmes cinèses d'expansion et de rétraction du pigment donnent, chez les Grenouilles adultes, dans une même période de temps, lieu à trois réactions bien distinctes quant à leur origine sensorielle, leur déterminisme, leurs manifestations et leur portée biologique. Ce sont a) la réaction photodermique ou photique, tout court, b) la r. optique et c), la r. rythmée nyctémérale ¹⁾.

2. Caractéristiques de la réaction photique (R_{pho}).

L'agent lumineux (L) ou „photique” n'agit directement sur la mélanocinèse des Grenouilles vertes adultes que par l'entremise des récepteurs dermiques (D); les récepteurs oculaires (O) ne paraissant pas y jouer un rôle décelable. La réaction photique est, par conséquent, fonction de la lumière incidente, la lumière réfléchie par des écrans n'y exerçant aucune influence. En plus, la R_{pho} est essentiellement brute, la qualité des radiations (du moins, au cas de la lumière diffuse) ne paraissant pas influencer sur son caractère.

La R_{pho} est très sensible, repondant à toute oscillation de l'intensité lumineuse, même momentanée (au sens macrochronométrique), et, si l'on part du zéro photique, à une lumière très faible (au sens macrométrique). Elle est relativement prompte à se manifester. Son temps de latence étant pratiquement constant, elle est de nature réflexe et ne semble dépendre que des facteurs actuels.

¹⁾ Nous laissons de côté une quatrième, de nature affective, provoquée par une „peur” d'origine optique, comme n'ayant lieu que chez d'individus munis d'une impressionabilité toute exceptionnelle (cf. Chap IX § 1).

Son potentiel de diffusion spatiale étant égal à zéro, elle demeure localisée, limitée au territoire du derme directement influencé par l'agent photique, p. ex. à la surface ventrale seule, dans notre méthode du miroir. Le caractère positif (+, expansion) ou négatif (—, rétraction) de la réaction est déterminé par l'intensité de la lumière (I_L), et notamment: à partir du zéro et jusqu'à une certaine valeur (ca 1000 Watt de l'Argenta Philips, à 1 m. de distance, p. ex.) la réaction demeure (+), au delà elle devient (—). Dans les conditions de la lumière diffuse du jour, la R_{pho} demeure toujours positive, mais, son amplitude y dépend, dans certaine mesure, de l'intensité d'éclairage. Bref, la

$$R_{\text{pho}} = f(I_L) \dots \dots \dots (1)$$

3. Caractéristiques de la réaction optique (R_{opt}).

N'ayant lieu que par l'entremise des récepteurs oculaires (O), la réaction optique est régie entièrement par le facteur „écran" (E), n'importe l'emplacement de celui-ci (fond, plafond, etc.), pourvu que sa distance soit convenable. De par son origine sensorielle, la R_{opt} est générale, englobant tous les mélanophores du derme (et de l'organisme tout entier), uniformément.

La R_{opt} est une réaction différenciée, en ce sens que son caractère positif (+, expansion) ou négatif (—, rétraction) est déterminé par les qualités chromatiques (sensu larg.) de l'écran, et notamment: les écrans blancs et jaunes provoquent une forte rétraction du pigment, l'action des jaunes surpassant celle des blancs; les écrans noirs et violets provoquent une expansion maximale, égale pour les deux (*ceteris paribus*); les autres couleurs, y compris le gris, ainsi que le miroir, déterminent une position intermédiaire de la mélanine, à degré variable.

L'intensité d'éclairage, même très forte, ne semble pas influencer sur le caractère (+) ou (—) de la réaction optique. Donc, la

$$R_{\text{opt}} = f(E) \dots \dots \dots (2)$$

La R_{opt} est toujours en retard sur la réaction photique. Son temps de latence varie, d'ailleurs, énormément, pouvant aller jusqu'à plusieurs mois (dans les conditions d'un éclairage diffus du jour), en rapport étroit avec ce puissant facteur intrinsèque qu'est la plasticité de résonance centrale relevant du passé

optique de l'individu (P_{opt}). Le facteur P_{opt} est fort complexe lui-même, et comporte six composants, pour le moins, à savoir: a) qualité et intensité optique de l'écran qui avait agité avant l'expérience; b) sa durée d'action absolue, c) sa constance; d) qualité et intensité de l'écran actuel, e) sa durée d'action, f) sa constance. Ainsi, la

$$R_{opt} = f(P_{opt}) \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (3)$$

L'amplitude de la réaction optique (+ ou —, également), dans le cas de parfaite plasticité de résonance, dépend dans certaine mesure de l'intensité optique de l'écran, donc indirectement de celle d'éclairage. Dans le cas d'une récente crise de plasticité, après de fortes résistances fraîchement vaincues, l'amplitude de la R_{opt} n'atteint pas d'emblée son maximum, mais croit en escalier, par poussées espacées, au fur et à mesure de l'accroissement continu de la durée d'action du facteur optique (A c c r o i s s e m e n t s c a l a i r e d e l' a m p l i t u d e!).

Bref, sous tous les rapports, extrinsèques et intrinsèques, actuels et passés, la R_{opt} est une réaction de résonance différentielle et, dans le cas d'écrans blancs et noirs, synchromatique (= qualitative). Son déterminisme total se résume comme ceci:

$$R_{opt} = f[(E, I_L)(P_{opt})] \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (4)$$

4. Caractéristiques de la réaction rythmée nyctémérale (R_{nyct}).

D'origine purement extrinsèque et photique, la réaction nyctémérale s'affranchit petit à petit avec le temps, en acquérant un déterminisme secondaire, intrinsèque et autonome, qui se superpose à l'autre et, en absence de celui-ci (à l'obscurité continue), fonctionne parfaitement durant un certain temps, pour s'amortir finalement. Mais, dans sa partie intrinsèque et autonome, la réaction garde ses caractéristiques dues à son déterminisme primaire relevant totalement de la périodicité lumineuse (cosmique, ou artificielle) des jours (H) et nuits (N). Donc, la

$$R_{nyct} = f(N/H) \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (5)$$

L'établissement du rythme dépend de l'intensité lumineuse (I_L) et du nombre total (n^0) des périodes écoulées, ou, si l'on veut, de la durée (T) de la périodicité lumineuse. Si l'un ou l'autre

de ces deux facteurs n'a pas atteint une valeur suffisante, le rythme ne s'établit pas. La durée différentielle de chacune des phases alternantes de la réaction est déterminée par celle des phases de lumière et d'obscurité invocatrices (dt).

Le caractère (+) ou (—) des phases diurne et nocturne de la réaction, ainsi que leur amplitude (en certaine mesure), sont fonction de l'intensité de la lumière invocatrice. Mais, seul, le caractère de la phase hémérale en est déterminé directement, suivant la loi de la réaction photique (R_{pho}) précitée. Celui de la phase nocturne du rythme n'est qu'un contre-coup, qu'un „after effect” de l'état de la mélanocinèse diurne: tant que celle-ci demeure positive (expansion), celle-là sera négative (rétraction), et inversement (à savoir: dans le cas d'une très forte lumière invocatrice). Ainsi, l'obscurité comme telle n'y paraît rien déterminer du tout.

La durée de la persistance du rythme dans l'obscurité absolue dépend de celle d'action de la périodicité invocatrice (T), mais n'en est qu'un faible écho, ne paraissant pas dépasser une vingtaine de jours.

Les facteurs: intensité lumineuse (I_L), périodicité lumineuse (N/H), sa durée d'action totale (T), nombre des périodes écoulées (n^0), durée différentielle des phases (dt), n'étant qu'autant d'éléments du passé photique de l'individu (P_{pho}), la réaction rythmée nyctémérale est, en somme, fonction du passé photique.

$$R_{\text{nyct}} = f(P_{\text{pho}}) \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (6)$$

Le fait que, dans sa partie autonome et intrinsèque, elle reproduit fidèlement deux de ces éléments: la succession des phases N et H et leur durée différentielle (dt), lui confère un cachet particulier, celui de résonnance rythmique, alternante et chronométrique.

Cependant, le passé optique (P_{opt}) y ajoute aussi sa part d'influence, bien que de beaucoup la plus petite. Mais ceci ne peut qu'être mentionné ici, n'ayant pas été analysé dans la présente étude (cf. R. Minkiewicz '33b).

En résumé, le déterminisme complet de la R_{nyct} se présente comme ceci:

$$R_{\text{nyct}} = f[(N/H, I_L) (P_{\text{pho}}, P_{\text{opt}})] \quad . \quad . \quad . \quad (7)$$

où le premier groupe renferme les facteurs extrinsèques et actuels, le deuxième—les facteurs intrinsèques, résiduels et autonomes.

5. Jeu d'interférence des facteurs, dans des différentes conditions d'expériences.

Il y a, tout d'abord, à distinguer entre ce qui se passe à l'éclairage diffus du jour (*a*) et ce qui se passe à la lumière forte dont l'intensité dépasse la limite compatible avec une réaction photique positive (*b*), et puis, dans chaque groupe, entre ce qui a lieu sur l'écran noir et ce qui a lieu sur l'écran blanc.

a) A l'éclairage diffus du jour et sur l'écran noir, tous les facteurs, tant périphériques que centraux (le P_{opt} mis de côté), se superposent dans la production d'un même effet, celui de l'expansion de la mélanine (+).

$$R_{(noir)} = f \left[\left(\frac{E, L, O, D, H}{1} \right) : N^{(-)} \right] . . (8)$$

Tandis que sur l'écran blanc, les deux réactions: $R_{opt}^{(-)}$ et $R_{pho}^{(+)}$ sont en lutte franche, la deuxième étant corroborée par la phase diurne (+) du rythme N/H .

$$R_{(blanc)} = f \left[\left(\frac{L, D, H}{E, O} \right) : N^{(-)} \right] . . (9)$$

Mais, la puissance mélanocinétique du facteur „Ecran” y prend finalement le dessus et, si le passé optique (P_{opt}) ne s'y oppose, l'animal affectera une coloration claire de résonance.

Dans la nuit, les deux cas s'indentifient chez tous les animaux, n'importe leur passé optique individuel, la réaction nocturne, dans ces conditions, étant toujours négative: $N^{(-)}$.

b) A la lumière forte, le tableau change radicalement. C'est sur l'écran noir que l'on assistera, dans la journée, à une lutte entre la $R_{opt}^{(+)}$ et la $R_{pho}^{(-)}$, lutte qui aboutit à une dissociation dorso-ventrale de la fonction mélanocinétique, la $R_{pho}^{(-)}$ s'y révélant la plus forte des deux, mais du côté de l'incidence seul (son potentiel de diffusion spatiale étant nul). Dans la nuit, la dissociation persiste, mais le sens des mélanocinèses ventrale et dorsale s'y intervertit.

$$R_{(noir)} = f \left[\left(\frac{E, O}{L, D, H} \right) : N^{(+)} \right] . . (10)$$

Sur l'écran blanc, la lutte ne se manifeste pas, tant que l'éclairage dure, l'action négative de l'agent photique se superposant ici à celle de la résonance optique.

$$R_{(\text{blanc})} = f \left[\left(\frac{1}{E, L, O, D, H} \right) : N^{(+)} \right] . \quad (11)$$

Mais, à l'obscurité qui survient, l'antagonisme des deux réactions, R_{opt} et R_{pho} , se révèle d'autant plus frappant, le post-effet (qui est ici $+$) n'ayant toujours lieu que relativement à la réaction photique, c'est-à-dire, du côté de l'incidence seul qui affecte une coloration nocturne brune (Dissociation nocturne!).

6. Déterminisme photoptique total de la fonction mélanocinétique.

En résumé, ce déterminisme, chez les Grenouilles vertes adultes, se laisse représenter par une formule synthétique et condensée que voici:

$$R_{\text{mél. cinét.}} = f[(EL, OD)(NH, P_{\text{opt}})] . . \quad (12)$$

où le premier groupe de symboles représente les facteurs périphériques actuels, soit extrinsèques (E =Ecran, L =Lumière) soit organiques (O =réception oculaire, D =réception dermique), tandis que le deuxième groupe représente les facteurs intrinsèques et centraux, essentiellement résiduels et autonomes (N/H =rythme nycthémeral, P_{opt} = passé optique de l'individu).

Ab — côté poïétique de la fonction mélanobolique:

7. Deux groupes de réactions mélanopoïétiques.

La mélanopoïèse, chez les Grenouilles adultes, laisse voir deux réactions, ou mieux, deux groupes de réactions parallèles, toutes deux ayant même origine réceptuelle (oculaire), même substrat réactionnel (mélanophores) et même déterminisme extrinsèque (action durable et homogène des écrans optiques déterminés), mais, cependant, bien distinctes entre elles quant à leurs caractères biologiques, leurs manifestations et leurs processus tissulaires. Ce sont a) la réaction histochimique s. str. et b) le

groupe de réactions histogénétiques. Les réactions des deux groupes s'exercent dans les deux sens antagonistes, suivant les conditions optiques: tantôt dans un sens positif (en plus), tantôt dans un sens négatif (en moins).

8. Réaction histochimique s. str.

Elle consiste en un changement progressif de la masse du pigment à l'intérieur des mélanophores, aussi bien anciens que ceux qui sont en train d'évoluer,—changement en (+), ou en (—), et qui va toujours croissant, tant que l'action de l'écran optique qui l'a déterminé continue à durer (les conditions photiques, et notamment, celles d'une lumière diffuse du jour, demeurant les mêmes). A l'action durable d'un écran noir répond une production, parfois formidable, de la mélanine, ce qui se manifeste cytologiquement par un accroît en nombre des grains de pigment, et phénologiquement, par un rembrunissement de la livrée de l'animal partout, où les mélanophores en font partie (fond de dos, structures spécialisées telles que taches, barres, bandes latérales, ainsi que les amas du ventre). C'est la réaction histochimique positive (+). La réaction inverse que nous avons nommée „mélano ph t i s e” (R. Minkiewicz '33a), à savoir: une diminution du nombre des grains mélaniques et de l'intensité de coloration, a lieu en réponse à l'action durable et très prolongée d'un écran blanc, dans les mêmes conditions lumineuses. Elle est de beaucoup la plus faible, et n'est pas toujours aisée à constater.

9. Réaction histogénétique.

Elle consiste en un changement progressif de la masse des cellules mélanophores, ainsi que de l'étendue du derme qu'elles occupent, sous l'action durable d'un écran déterminé et tant que cette action continue (les conditions lumineuses demeurant les mêmes). Au cas de l'écran noir, c'est un accroît, souvent formidable, en nombre et dimensions des mélanophores, soit à l'aide de leur formation de novo, soit à l'aide de leur multiplication, suivie de migration dans de parties environnantes du derme (ainsi que d'autres organes!), ce qui mène non pas seulement à un rembrunissement global et diffus de l'animal, mais aussi à une évolution du dessin de sa livrée (agrandissement des terri-

toires pigmentés, changement de leur forme, confluence etc.; apparition des nouveaux territoires mélanisés, notamment sur le ventre). Au cas de l'écran blanc, c'est une réaction négative (une mélanophytose) qui a lieu, à savoir: involution des mélanophores, diminution de leur nombre ce qui mène à un éclaircissement global de la livrée de l'animal, ainsi qu'à une lacunisation (fenestration) des taches ventrales, voire, disparition de certaines d'elles. Ici encore, la réaction négative est de beaucoup la moins prononcée, et demande une bien longue durée d'action optique pour être saisie (R. Minkiewicz, '33a).

Ac — fonction mélanobolique dans sa totalité:

10. *Corrélation des réactions disparates homonymes.* Les trois réactions positives (+), dont une de nature cinétique (expansion du pigment), une autre de nature chimique s. str. (production du pigment), une autre, enfin, de nature génétique (évolution des cellules pigmentées), ont lieu toutes trois en réponse à l'action du noir optique et, dans nos conditions d'éclairage, n'ont lieu que sous cette action. Parallèlement, les trois réactions négatives (—), antagonistes des premières: l'une cinétique (rétraction), l'autre chimique (résorption du pigment), la troisième génétique (involution des cellules), n'ont lieu, dans nos conditions d'éclairage, que sous l'action du blanc optique. Les trois positives se superposant l'une à l'autre et se complétant singulièrement, convergent toutes vers un même effet global, celui de l'adaptation synchronatique, aussi parfaite que possible, à l'ambiance noire. Les trois négatives convergent parallèlement vers un effet d'adaptation synchronatique à l'ambiance blanche. N'est-il pas évident, que cette corrélation parfaite des réactions apparemment aussi disparates, ne soit possible que comme expression d'une cause générale, d'un dynamisme processuel commun qui est celui d'une résonance variable (donc qualitative) du processus biochimique fondamental. Ce dynamisme ne saura étonner les physiiciens et physico-chimistes d'aujourd'hui. C'est lui qui fait de la fonction mélanobolique un tout cohérent, en dépit de son polymorphisme phénoménologique.

11. Potentialité actuelle d'un individu adulte, et sa potentialité totale.

Les crises de plasticité ayant lieu après des longues périodes de résistance et suivies d'un éveil du pouvoir mélanopoïétique tout inattendu et souvent formidable, nous conduisent à différencier (dans le domaine chromatobolique directement, et, indirectement, dans celui du fonctionnement nerveux central) entre ce de quoi un individu adulte est capable au moment actuel, et ce de quoi il serait capable en général, de par sa constitution génétique. Une potentialité fonctionnelle actuelle d'un individu ne représente pas encore sa potentialité totale qui, bien que latente, n'en est pas moins réelle. Emanant d'une autonomie primaire et organique de l'individu vis-à-vis des contingences du monde ambiant, la potentialité fonctionnelle totale est, de par sa nature, multiple, polybolique, pleine des possibilités, donc labile, instable, sujette à de fluctuations continues. Tandis qu'une potentialité actuelle, fonction d'un passé individuel (dans notre cas, optique), est l'expression des limitations embryonnaires secondaires et, comme telle, se montre restreinte à de certaines manifestations strictement déterminées, mais, par le fait même, parfaitement cristallisée, résistante et durable.

B. Quant aux problèmes d'ordre général:

Ba, — côté neurobiologique:

12. Symétrie des phénomènes des deux résonnances synchromatiques antagonistes.

A toutes les étapes de leur réalisation, la résonnance avec l'écran blanc et celle avec l'écran noir se présentent comme si elles étaient calquées l'une sur l'autre. Mêmes caractéristiques et lois. Mêmes conditions extrinsèques d'éclairage. Même vitesse d'établissement, au cas d'une plasticité parfaitement labile. Mêmes phénomènes de résistance, au cas d'une plasticité figée. Mêmes conditions de rétablissement de la plasticité. Même accroissement scalaire (par poussées) de l'amplitude des réactions mélanocinétiques (s'il y a lieu). Mêmes rapports de corrélation avec les réactions chimiques et génétiques d'une mélanopoïèse, resp. mélanoptise.

Cette symétrie parfaite des deux processus de résonance antagonistes est un fait d'une importance de tout premier ordre et qui jette un jour tout nouveau sur une foule de problèmes neurobiologiques et psychophysiologiques.

13. Nature des résistances et de l'inhibition.

Une réaction de résonance mélanocinétique (soit +, soit —), inhibée obstinément durant des longs mois, pour être réalisée un jour sans que rien ait changé des conditions photoptiques externes, simplement sous l'action cumulative du bombardement continu des excitations optiques homogènes (soit du blanc, soit du noir, selon le cas), en dit long sur la nature de l'inhibition et de la désinhibition. Celles-ci ne sauraient ici consister en un barrage, ou débarrage mécanique, à l'aide d'une jonction, ou disjonction des synapses p. ex., ni en une canalisation de sécurité, tantôt laissant s'écouler l'énergie apportée par les récepteurs optiques sur des neurones étrangers à la réaction (resp. fonction) considérée, tantôt la dirigeant toute entière sur des voies propres à celle-ci. Car, dans nos cas, tout se passe dans l'intimité d'une même chaîne de neurones (ou, dans tous les neurones intéressés, à la fois, ce qui revient au même), les deux réactions de résonance englobant tous les effecteurs, et personne n'ayant encore essayé à imaginer les éléments différents pour une réception et conduction du blanc optique, et du noir. L'inhibition (résistance) et la désinhibition (frayage), étant ici toutes deux fonction de la durée optique déterminée, il est évident qu'elles sont d'essence purement dynamique (biochimique), ne représentant que les deux modalités extrêmes des changements du processus nerveux fondamental, suivant les lois de stabilisation et de labilisation par résonance (cf. R. Minkiewicz '14, '27, '29).

14. Etat de repos mélanocinétique et les deux états actifs antagonistes.

A l'encontre de l'opinion couramment admise et basée sur une analogie, vraiment trop superficielle, avec la distension du muscle, l'expansion du pigment à l'intérieur d'une cellule mélanophore ne saurait se faire passivement, et l'état d'expansion totale n'est pas un état de relaxation, ou de repos, bien s'en faut. Car,

d'un côté, l'état de repos ne saurait être déterminé et maintenu par l'action directe de la lumière du jour, ni, de l'autre, lié étroitement avec un surcroît de l'énergie productrice (chimique et génétique), lors d'une mélanopoièse d'origine optique.

Il en est de même, de l'état de rétraction du pigment mélanique. Car, si l'obscurité le provoque, dans certaines conditions photiques du jour, ce n'est que comme contre-coup de l'action directe de la lumière diffuse, comme son „after-effect". Directement, il est déterminé par une lumière forte, et, en résonance optique, par l'écran blanc. C'est net.

D'ailleurs, leur participation symétrique, et à titre égal, dans tous les processus de réalisation d'une résonance respective, suffirait, à elle seule, à démontrer leur nature réellement active. Antagonistes sous tous les rapports (comme déterminisme extrinsèque et intrinsèque, comme corrélation avec des réactions poétiques, comme effet synchromatique), la rétraction et l'expansion n'en représentent pas moins les deux états réactionnels actifs. S'il y a un état de repos (de repos relatif), ou de relaxation, ce ne pourrait être que cet état intermédiaire, mi-rétraction, mi-expansion, qui est affecté par le pigment mélanique des Grenouilles maintenues à l'obscurité durable continue, après que leur rythme nyctéméral se soit trouvé totalement amorti.

Bb, — côté psychophysiologique:

15. Différenciation optique de l'ambiance.

Les réactions chromatoboliques de résonance, bien qu'elles se passent dans l'intimité des tissus dermiques, nous ont révélé certains côtés du monde optique des Batraciens qui, autrement, auraient, peut être, passé inaperçus, malgré un nombre d'années consacrées à l'étude de l'expérience optique de ces animaux, telle qu'elle se manifeste dans des actes de leur comportement (R. Minkiewicz, Salomé Biderman, Léonie Papierbuch, S. Razwiłowska, et autres).

La sensibilité des Grenouilles à tout changement de la proche ambiance optique, changement quantitatif (intensité de l'écran) ou qualitatif (chromatique s. larg.), est vraiment surprenante. Très instructive, est la différenciation de cette ambiance, d'après les

valeurs de leur potentiel de résonance relatives: le violet est équivalent du noir, le jaune surpasse le blanc, les autres chromas (écrans!) étant intermédiaires entre ceux-ci et ceux-là et rapprochés du gris. Le jaune et le violet se montrent antagonistes (et non pas le violet et le rouge, ni le jaune et le bleu!). Le gris est égal du miroir.

Mais, voici ce qui est du plus haut intérêt psychophysiologique et ophtalmologique. Le noir objectif n'a rien de commun avec l'obscurité, même la plus absolue¹⁾. En d'autres mots, une surface noire entourant l'animal de toutes parts sauf un seul côté (soit l'enhaut, soit l'enbas), et le „noir" indimensionnel d'une obscurité, sont, pour une Grenouille, tout comme pour un homme, deux réalités optiques bien distinctes. Et il en est de même, du blanc objectif et de la lumière „blanche" du jour. Une surface lumineuse blanche, et l'étendue lumineuse enveloppant l'animal, sont pour les Grenouilles, comme pour nous autres, deux catégories optiques bien distinctes.

16. Mémoire optique non-associative.

Considérés d'un certain biais, les faits d'une stabilisation progressive des réactions synchromatiques, suivie d'une résistance que l'animal oppose à tout facteur optique nouveau, sont autant de manifestations d'une mémorisation sui generis, qui ne repose plus sur un mécanisme associatif (faute des termes étrangers l'un à l'autre, et nécessaires pour qu'une association ait lieu), mais s'établit directement, par un processus plus simple, plus primitif, et plus intime aussi, car opérant d'une manière, pour ainsi dire, immanente: sans sortir du terme immédiatement intéressé. Nous entendons le processus de résonance (résonance nécessairement différenciée, donc qualitative).

Cette mémorisation de résonance présente toutes les caractéristiques essentielles d'une mémoire: établissement progressif; consolidation croissante par répétitions; conservation; persistance durable et active, s'opposant à toute substitution étrangère et discordante; puis, affaiblissement progressif faute de facteurs raffermissants, et effacement final. Se manifestant en absence de ce qui

¹⁾ Il est bon de se rappeler que notre entoptique autogène et endogène ne connaît pas de noir (R. Minkiewicz '27)

l'avait formée, la mémoire de résonnance présente une réalité tirée du passé (optique), et qui agit dans le présent, et prépare l'avenir. Elle fait que l'individu (une Grenouille) ne relève plus uniquement d'une actualité (optique), mais s'en trouve en quelque sorte libéré, et prémuni contre ses fluctuations trop rapides.

Le fait, que cette mémoire de résonnance ne s'extériorise pas ici par des actes de comportement, mais par des phénomènes tissulaires intimes, n'ôte rien à son importance psychophysiologique, bien le contraire. Les psychologues, ne s'adonnent-ils depuis bien longtemps à chercher les concomitants chimiques et physiques de nos états psychiques les plus intimes, afin d'en tirer des caractéristiques plus objectives, donc plus précises? D'ailleurs, n'avons nous pas, de notre part, fait connaître des cas (la *Maja verrucosa*, l'*Hippolyte varians*), où la mémoire de résonnance se manifeste par des actes de comportement tels qu'un choix du milieu, ou celui du matériel de déguisement (R. Minkiewicz '07, '08, '09, '14)?

17. Puissance éducatrice d'une durée (optique) homogène.

Dans les phénomènes de résonnance, tout dépend de la durée d'action d'un facteur optique. L'état de plasticité centrale, la formation d'une habitude mélanocinétique, la durée de résistance, la valeur de l'amplitude d'une réaction synchromatique, l'éveil et l'envergure d'une mélanopoïèse chimique et histogénétique, — tout y est fonction de la durée optique homogène. Celle-ci est donc de force à modifier radicalement les caractéristiques réactionnelles d'un individu adulte, soit dans un sens de limitation croissante des potentialités, soit dans celui de leur libération (cf. § 11).

En généralisant la chose, et l'appliquant à nous autres humains, une durée homogène déterminée se révèle une puissance éducatrice formidable, servant tantôt à agrandir, à amplifier une personnalité, tantôt à la rétrécir, la diminuer, l'appauvrir. Le fait, que, dans le cas de nos Grenouilles, elle n'a manifesté son influence que sur des réactions tissulaires physiques et chimiques (mais par l'entremise du système nerveux central), lui confère une valeur éducatrice particulièrement grande, faisant penser que c'est du côté des fonctions premières et en marge de la conscience qu'elle atteindrait, par un processus de résonnance di-

recte avec l'ambiance sociale, le fin fond de notre économie morale: les dispositions d'esprit, les penchants, les impulsions, les tendances, les états affectifs, les habitudes sentimentales.

(Manuscrit terminé le 12 Juin 1931).

Travaux cités.

NB. Les volumineuses revues de R. F. Fuchs ('14) et de W. Biedermann ('26) d'une part, et le livre récent de J. Verne ('26) de l'autre, nous dispensent de la besogne de donner une bibliographie relative à des questions chromatologiques proprement dites. Nous ne citerons donc que les travaux pour la plupart n'ayant pas trait à la chromatologie, mais dans lesquels nous avons puisé des arguments nécessaires pour notre analyse à nous.

Ariëns Kappers C. U. 1920—21. Die Vergleichende Anatomie des Nervensystems der Wirbeltiere. I—II. Haarlem. Biderman Salomé. 1927. Le sens et la mémoire des formes d'un objet, chez les Anoures. (L'expérience optique des Batraciens. II-e mém.). Trav. Institut. Nencki 4 No. 56. Biedermann W. 1926. Vergleichende Physiologie des Integuments der Wirbeltiere. II Th. Ergebn. d. Biolog. 1 (174). Boulenger G. A. 1918. On the Races and Variations of the Edible Frog *R. esculenta* L. Ann. a. Magaz. Nat. Hist. (9 ser.). 2 (214). Dauthenay H. 1905. Répertoire de couleurs. Soc. Franç. Chrysanthémistes. Dembowska W. St. 1922. Wpływ światła barwnego na tempo mnożenia się *Paramaecium caudatum*. (Ueber den Einfluss des farbigen Lichtes auf die Teilungsgeschwindigkeit von *Paramaecium caud.*). Trav. Inst. Nencki 1. No. 6. Demoor J. 1930. Le réglage humoral. C. R. Congr. Nation. Sc. Bruxelles. Demoor J. 1931. Ce que représente l'irritabilité de la matière vivante. Ann. et Bull. Soc. Sc. Médic. Natur. No. 1—2. Frisch K. v. 1912. Ueber farbige Anpassung bei Fischen. Zool. Jahrbüch. Abt. Zool. u. Physiol. 32. Fuchs R. F. 1914. Der Farbenwechsel u. die chromatische Hautfunktion der Tiere. Winterstein's Hdb. 3 (1467). Giersberg H. 1930. Der Farbwechsel der Fische. Zeit. Vergl. Physiol. 13 (258). Gley E. 1921. Les sécrétions internes. Principes physiologiques. Paris. Hadjolooff A. 1929. Les chromatophores bleus dans la peau de la Grenouille. C. R. Soc. Biol. 100 No. 9. Hescheler K. u. Boveri V. 1923. Zur Beurteilung des Parietalorganes der Wirbeltiere. Viertelj. Naturf. Ges. Zürich, 48 (28 Novemb.). Hogen Lanc. T. 1924. The Pigmentary Effector System. Edinburgh. Kahn R. H. 1922. Studien üb. die Innervation der Chromatophoren auf Grund gegensätzlicher Giftwirkungen. Pflüg. Arch. 195 (337). Klincksieck et Valette. 1907. Code des Couleurs. Paris. Koller G. 1929. Versuche üb. die Inkretorischen Vorgänge beim Garneelenfarbenwechsel. Zeit. vergl. Physiol. 8 (601). Laurens H. 1911. The Reactions of Amphibians to monochromatic Lights of equal Intensity. Bull. Mus. Compar. Zool.

Harvard. 53 Nr. 5 (253). Minkiewicz R. 1907. Analyse expérimentale de l'instinct de déguisement chez les Brachyures Oxyrhynques. Arch. Zool. Expér. 7 (XXXVII). Minkiewicz R. 1908. Etude expérimentale du synchronisme de *Hippolyte varians*. Bull. Intern. Acad. Cracovie. (918). Minkiewicz R. 1908. Etendue des changements possibles de couleurs chez l'*Hippolyte varians*. C. R. Ac. Sc. Paris. 147 No. 20. Minkiewicz R. 1909. Versuch einer Analyse des Instinkts nach objectiver, vergleichender u. experimenteller Methode. Zool. Jahr, 28, H. 2. Minkiewicz R. 1914—17. (Théorie du polybolisme nerveux, en polonais:) Podstawy doświadczalne i teoretyczne nowego pojmowania zjawisk nerwowych. Warszawa. Minkiewicz R. 1926. L'expérience optique des Batraciens. I. Introduction générale. Trav. Instit. Nencki. 4, No. 55. Minkiewicz R. 1927. Potentialité autochromatique de l'oeil humain: Chromatentopsie autogène, endogène et exogène. I. Au seuil de la perceptibilité. Trav. Instit. Nencki. 4, No. 61. Minkiewicz R. 1929. Les lois du polybolisme nerveux et la définition physiologique des névroses hystériques et psychasténiques. Recueil à Ed. Flatau. Varsovie. (444). Minkiewicz R. 1931. Les lois du kinétotropisme. Arch. Intern. Physiol. 34, f. 1 (9). Minkiewicz R. 1933 a. Mélanopôse d'origine optique, chez les Grenouilles vertes adultes (en rédaction, pour paraître dans les Arch. Zool. Expér.). Minkiewicz R. 1933 b. Le rythme nycthéral de la livrée et son déterminisme extrinsèque et intrinsèque chez les Grenouilles adultes (en rédaction, pour paraître dans le Bull. Biol. Franc. Belg.). Minkiewicz R. 1933 c. Caractères chromatiques distinctifs des *Rana Lessonae* de Pologne (en rédaction). Annal. Mus. Zool. Polon. Pantel J. et de Sinéty R. 1918. Réaction chromatique et nonchromatique de quelques Phasmides aux excitations dépendant de la lumière. Bull. Biol. Franc.-Belg. 52 (176). Papierbuch Léonie. 1928. Le sens et la mémoire des directions d'un objet, chez les Anoures. (L'expérience optique des Batraciens, IV-e mém.). Trav. Instit. Nencki No. 67 et Acta Biol. Exper. 2, No. 8. Parker G. H. 1903. The Skin a. the Eyes as Receptive Organs in the Reactions of Frogs to Light. Amer. Journ. Physiol. 10 (28). Penau H., Blanchard L., Simonnet H. 1929. L'Hypophyse. Paris. Perkins E. B. 1928. Color changes in crustaceans, especially in *Palaeomonetes*. J. Exper. Zool. 50 (71). Razwiłowska Salomé. 1927. Le sens et la mémoire des dimensions d'un objet, chez les Anoures. (L'expérience optique des Batraciens, III-e mém.). Trav. Instit. Nencki. 4 No. 60. Rijlant P. 1931. La conduction dans le coeur du Mammifère. Arch. Intern. Physiol. 33 f. 4. Schafer E. Sharpey. 1921. Les glandes à sécrétion interne. Paris. Schilf E. 1926. Das Autonome Nervensystem. Leipzig. Schreiber E. 1912. Herpetologia europaea. Jena. Spiegel E. A. 1928 a. Die Zentren des Autonom Nervensystems. Berlin. Spiegel E. A. 1928 b. Experimentelle Neurologie. I Th. Berlin. Verne J. 1926. Les pigments dans l'organismes animal. Paris. Weil Arth. 1922. Die Innere Secretion. Berlin. Winterhalter W. 1931. Untersuchungen üb. das Stirnorgan der Anouren. Acta Zool. (Stockholm). 12.

Légende des planches III—VII.

Planche III.

Série des fonds colorés. Réaction mélanocinétique globale.

Ridibundae jeunes mesurant, au moment de la mise en expérience, ca 3 cm. de long. Photos Z. Czerniewski, d'après les aquarelles de M-me St. Dembowska. Grand. natur., sauf pour les Fig. 4—4a et 5—5a qui ont été réduites de plus de $\frac{1}{3}$.

Fig. 1, 5a et 7. Effet du fond blanc sur les trois Grenouilles différentes.

Fig. 4a et 6. Effet du fond jaune. *Ridibunda* $a_{1,22}$.

Fig. 2. Effet du fond noir. *Ridib.* La_{23} .

Fig. 3. Effet du fond violet. *Ridib.* H.

Fig. 4 et 5. Point de départ de la série, après un mois d'égalisation préalable sur une table brune. *Ridibundae* $a_{1,22}$ et $a_{2,22}$. L'on remarquera le point de départ plus foncé de la Grenouille $a_{1,22}$ qui, mise sur le jaune, a montré un éclaircissement plus prononcé (Fig. 4a).

Fig. 6 et 6a. Contrôle. 6a — effet du miroir (= fond neutre) sur une Grenouille (*Ridib.* $a_{1,22}$) venant d'un long séjour sur le jaune (Fig. 6).

Fig. 7 et 7a. Contrôle. 7a — effet du fond gris (= f. neutre) sur un animal (*Ridib.* D_{20}) venant d'un long élevage sur le blanc (Fig. 7). [Remarquez la déviation anormale de la bande vertébrale! — fait fréquent chez les *ridibundae*].

Planche IV.

Séries variées. Mélanocinèse et mélanopoièse.

Esculentae et *Lessonae* de taille diverse. Photos Z. Czerniewski d'après les aquarelles de M-mes Marthe Pilewicz (Fig. 8—8a) et St. Dembowska.

Fig. 8—8a. Effet mélanocinétique des fonds blancs (8) et noirs (8a) sur une *esculenta-esculenta*. — $\frac{1}{2}$.

Fig. 9—9a. Mélanopoièse chez une *Lessonae* ($A_{1,27}$). Fig. 9 — rembrunissement submaximal (expansion) après un mois de séjour sur un fond noir (VIII/1927). Fig. 9a — après deux ans d'action continue du noir (XI/1929): formidable production du pigment et des mélanophores. [Voir le même animal sur notre planche en couleurs, Pl. VII Fig. 18a et b. Le côté ventral est donné sur la Pl. VI, Fig. 15 et 15a].

Fig. 10—10a. Réactions différentielles d'une *Lessonae*. Oscillations de l'étendue respective des plages roses et vertes sur les fémurs et dans la région iliaque. Fig. 10 — phase claire [la photo ne donne pas nettement les limites des plages! comparez à d'autres *Lessonae*, en couleurs, Pl. VII, Fig. 17]. Fig. 10a — phase foncée:

diminution des plages vertes jusqu'aux dimensions des petites taches [comparez à la Fig. 20, Pl. VII]. $\frac{1}{4}$.

Fig. 11—11 a. Changements momentanés (exceptionnels) et autonomes des taches dorsales chez une *Lessonae*. *Fig. 11* — éclaircissement subit et spontané, sans oscillation parallèle du fond de dos, ni celui d'éclairage. *Fig. 11 a* — état habituel sur le fond blanc. [Comparez aux *Fig. 16 a, b, c* de la pl. en couleurs]. $\frac{1}{4}$.

Planche V.

Valeurs photochimiques des écrans chromatiques employés dans nos expériences, collés ici sur une planche noire. Rubriques horizontales I—IV et VII renferment chacune trois nuances d'une même couleur, numérotées 1, 2, 3 en haut du tableau: I — celles du blanc, II — du jaune, III — du vert, IV — du bleu, VII — du violet. Dans les rubriques horizontales V et VI, la disposition des couleurs et nuances est invertie, les deux nuances d'une couleur se trouvant l'une au dessus de l'autre: les grises dans la colonne verticale 1, les rouges dans la 2-e, les noires dans la 3-e. [Comparez aux caractéristiques données sur le Tableau I du texte, p. 113]. Composé et photographié par Z. Czerniewski.

Fig. 12 A — photo sur une plaque „Agfa” ordinaire.

Fig. 12 B. — sur une plaque „Agfa” sensibilisée pour le jaune (et le vert) à l'aide d'un bain de „Chromo-isolar”. L'on voit que l'effet n'en est pas comparable à celui de nos Grenouilles, avec leur maximum de sensibilité mélanocinétique pour le jaune aussi.

Planche VI.

Séries variées. Plafonds. Fonds. Rythme nyct-héméral. Mélanopoïèse. *Lessonae* seules. Photos Z. Czerniewski, d'après nature.

Fig. 13. Etagère pour une étude simultanée de l'action des fonds et des plafonds. (Dispositif simplifié exprès pour la photo). Rayon supérieur, en verre encadré: plafonds noir et blanc — sous des boîtes, tapissées à l'intérieur de mêmes papiers de couleur qu'à l'extérieur, les Grenouilles dans de petits cristallisoirs carrés peu profonds et couverts d'écrans blanc ou noir, mis sur des plaques de verre qui ferment les cristallisoirs. A côté, le „fond neutre” de contrôle: une Grenouille dans un bocal, sur le même rayon en verre, sans écran de fond ni de plafond. Sur l'image verticale des Grenouilles, réfléchie par le miroir se trouvant en dessous du rayon de verre, en faisant avec lui un angle de 45°, l'on distinguera l'état de coloration de leur ventre, suivant leur écran respectif. — Rayon inférieur: série des fonds.

- Fig. 14.* Rythme nycthémeral sous un plafond blanc, chez une *Lessonae* à collier blanc sur un ventre fortement maculé. *14 a* — phase matinale (réaction photique). *14 b* — une des phases intermédiaires sous l'influence croissante des facteurs optiques. *14 c* — phase de la prépondérance (journalière) de la réaction de résonnance. ca $\frac{1}{2}$.
- Fig. 15.* Mélanopoièse chez une *Lessonae* ($A_{1,27}$). Effet ventral sur le même individu, dont l'effet dorsal se trouve donné par les *Fig. 9—9 a*, Pl. VII.—En 15—point de départ (VIII/1927), pris à l'état d'expansion maximale là, où les mélanophores étaient présents (flancs, fémurs, pattes). En *15 a* — après deux ans de séjour continu sur un fond noir. ca $\frac{1}{2}$.

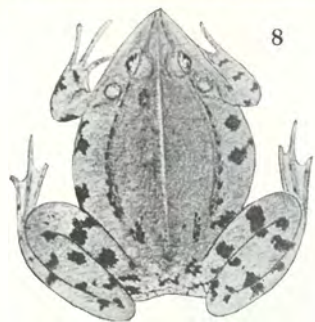
Planche VII (en couleurs).

Séries variées. Effets différentiels. Autonomie des taches. Mélanopoièse. „Races immuables”. Troubles photiques parasites.

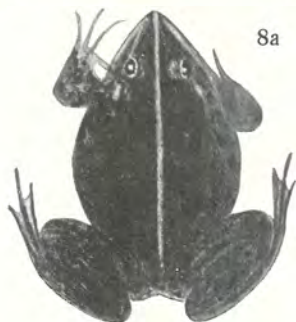
Ridibunda. Esculenta-esculenta. Lessonae. Aquarelles de M-mes Christine Waszkiewicz (17, 20 et 23) et St. Dembowska, réduites de moitié. ca $\frac{1}{2}$.

- Fig. 16.* Plasticité momentanée et autonome des taches dorsales chez une *Lessonae* (xyz_{28}). *16 a* — état habituel sur un fond blanc. *16 b* — rétraction subite et spontanée de la mélanine dans de taches, sans changement parallèle du fond de dos. *16 c* — après 4 mois de séjour sur le „miroir” [Comparez à ce que donne la photo ordinaire des mêmes aquarelles: *Fig. 11—11 a*, Pl. IV].
- Fig. 17.* Détails de polychromie d'une *Lessonae* (*W-cza*) après une forte mélanopoièse, due à 1 an de séjour sur un fond noir. Plages rouges et vertes sur les cuisses. [Remarquez l'anomalie fréquente de la bande vertébrale qui est rompue et déviée].
- Fig. 18.* Formidable mélanopoièse d'une *Lessonae*, à ventre originellement immaculé ($A_{1,27}$). *18 a* — expansion mélanocinétique maximale, après un mois de séjour sur le noir (13.IX.27). *18 b* — après deux ans de séjour sur le noir (20.IX.29). [Le côté ventral de l'animal est représenté sur la Pl. IV, *Fig. 15* et *15 a*].
- Fig. 19.* *Ridibunda* (*R-mét*) qui a vécu au laboratoire 7 années durant, dont 5 ans sur un fond blanc. *19 a* — mi-rétraction du pigment, causée par les ligatures aux quatre pattes mise à fin de dessiner du côté des flancs (5.IX.26). *19 b* — après 2 mois de séjour sur le blanc (7.I.27): éclaircissement non encore définitif. [Ce sur cet animal que fut ensuite constatée, pour la première fois, une mélanophtise, due à l'action durable et continue de l'écran blanc. Remarquez, en plus, une asymétrie manifeste des bandes latéro-ventrales].





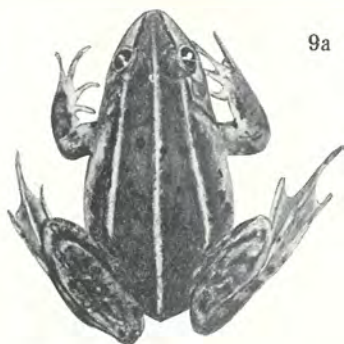
8



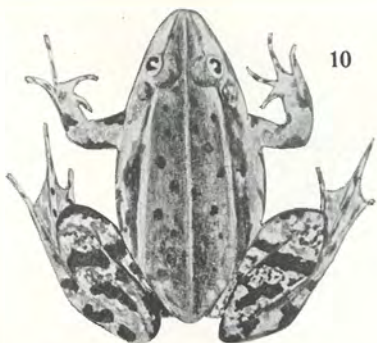
8a



9



9a



10



10a

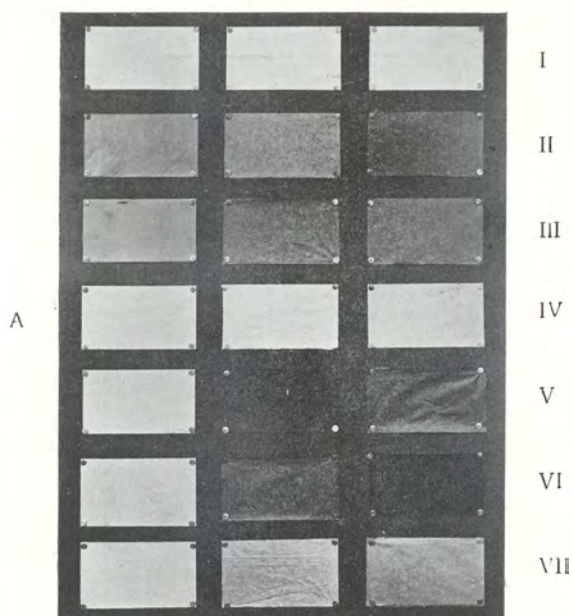


11

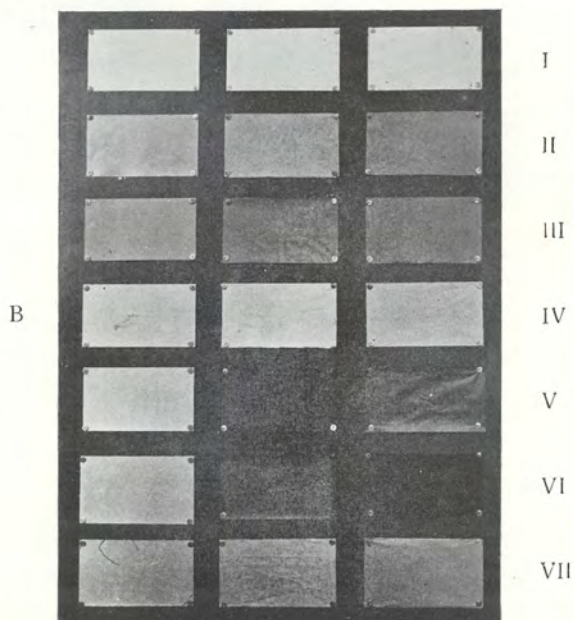


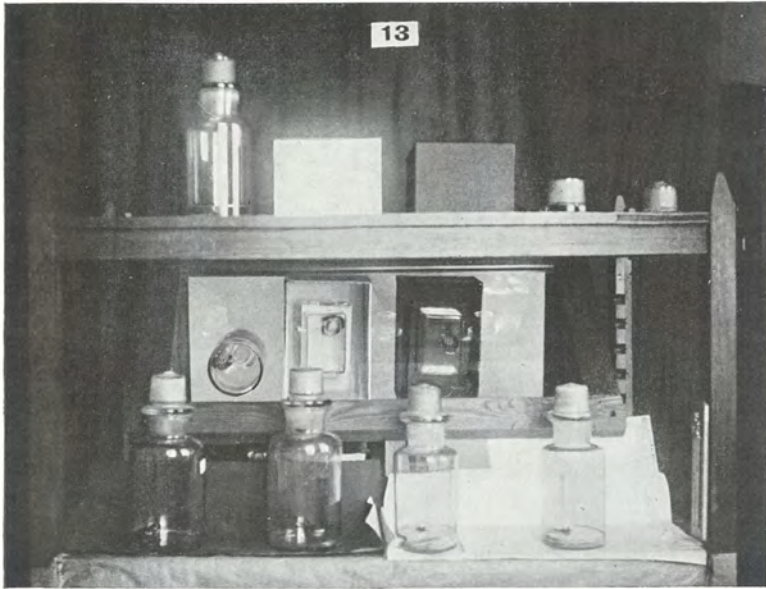
11a

1 2 3

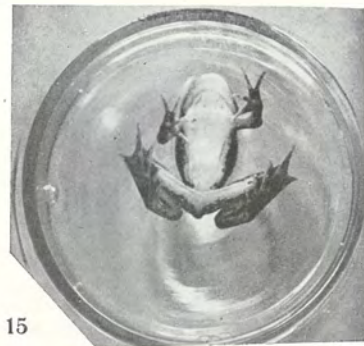
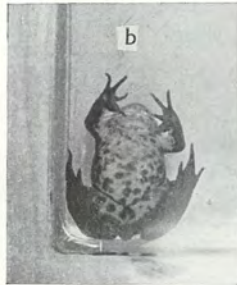


12

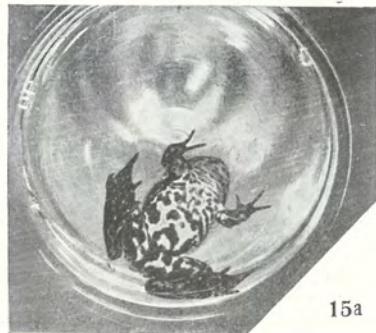




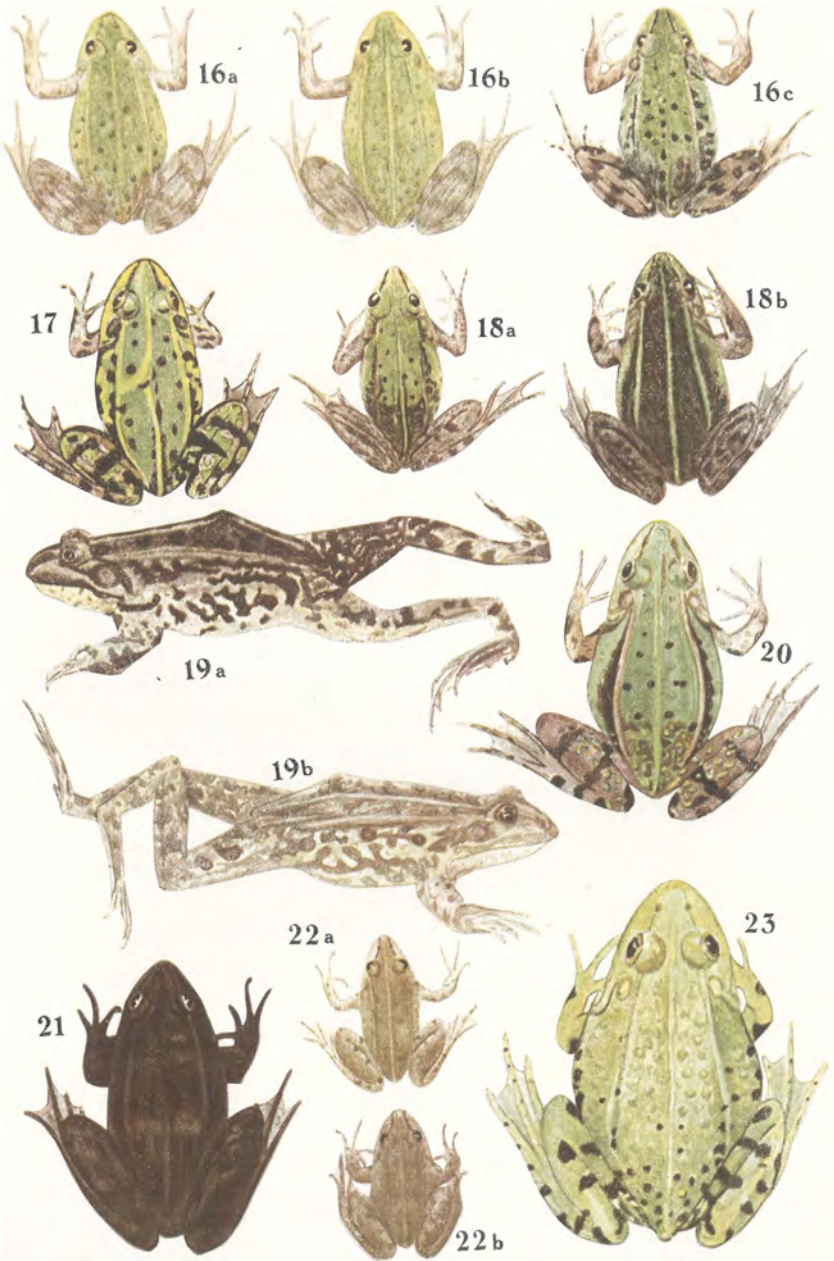
14



15



15a



ZYGMUNT KOŹMIŃSKI

O SPOSOBIE OBLICZANIA DEFICYTU TLENO- WEGO W JEZIORACH SUWAŃSKICH

Przy badaniach nad przemianą materji w jeziorach, będącą dziś przedmiotem szczególnie wyteżonych studjów, bardzo poważną rolę gra znajomość t. zw. deficytu tlenowego. Przedstawia on w zasadzie ilość tlenu, zużytą bezpośrednio lub pośrednio na potrzeby życia organicznego i jest bardzo ważnym wskaźnikiem limnologicznym, świadczącym o intensywności procesów biologicznych, odbywających się w danym zbiorniku.

Doniedawna obliczano jeziorny deficyt tlenowy, odejmując znaną w danej warstwie wody ilość tlenu, wyrażoną w cm^3/l , od ilości tlenu zawartej teoretycznie przy danej temperaturze w 1 litrze wody w stanie nasycenia. Niektórzy, zwłaszcza dawniejsi, badacze wprowadzali jeszcze poprawkę na obserwowany w czasie pobierania próbek stan ciśnienia atmosferycznego. — Opierając się na tej samej zasadzie, obliczano procentową zawartość tlenu w wodzie, wychodząc z założenia, że zaobserwowany niedobór tlenowy w stosunku do stanu nasycenia przy stwierdzonej temperaturze odpowiada rzeczywistemu ubytkowi tego gazu, spowodowanemu przemianą materji w jeziorze.

W ostatnich latach Alsterberg (1929, 1930) zwrócił jednak uwagę, że tak obliczony deficyt, nazwany przez niego deficytem aktualnym, nie przedstawia ilości tlenu, zużytego wyłącznie na potrzeby procesów biologicznych, lecz jest wartością złożoną, łączącą w sobie zupełnie sztuczne wyniki współdziałania czynników biologicznych i fizyko-chemicznych. Zdaniem

tego autora deficyt aktualny, lub obliczona na tej samej zasadzie zawartość procentowa tlenu, jest wartością jedynie zacieśniającą obraz jeziornych przemian tlenowych i obliczanie jego dla głębszych warstw wody winno być całkowicie zaniechane. Twierdzenie to opiera Alsterberg na licznych obserwacjach, świadczących o kompletnym niemal odcięciu warstw wody, położonych poniżej epilimnionu, od kontaktu z atmosferą w okresie stagnacji letniej i związanej z tem niemożności swobodnej wymiany gazowej między wodą i powietrzem. Z drugiej strony autor ten podnosi znaczenie oporności, z jaką woda oddaje rozpuszczony w niej tlen, lub—inneimi słowy—łatwości, z jaką utrzymuje ona stan przesylenia tlenowego. Dwie te grupy czynników sprawiają, że ilość tlenu, zdobytego przez jezioro w okresie całkowitej cyrkulacji wiosennej przy temperaturze około 4°C i panującym wówczas na badanym jeziorze ciśnieniu atmosferycznym, winna być dla nas punktem wyjścia do obliczenia zmian ilościowych w zawartości tego gazu, spowodowanych działalnością życiową mieszkańców jeziora. Późniejszy, niekiedy nawet dość pokaźny, wzrost temperatury meta- i hypolimnionu, obserwowany po sformowaniu się uwarstwienia termicznego, a tembardziej późniejsze zmiany w ciśnieniu atmosferycznym na jeziorze nie wywierają zdaniem Alsterberg'a żadnego wpływu na zasoby tlenowe głębszych warstw jeziornych i winny być z rozważań o deficycie tlenowym całkowicie wyeliminowane.

W rezultacie proponuje Alsterberg (1930) obliczenie dla badanego jeziora właściwego mu współczynnika natlenienia, t. zw. stałej pierwotnej („Primärkonstante”), przedstawiającej ilość tlenu, nasycającą 1 litr wody przy temperaturze 4°C i ciśnieniu, odpowiadającym wzniesieniu danego jeziora nad poziomem morza. Uproszczony wzór (Alsterberg l. c. p. 257), według którego możemy tę wielkość obliczyć, podaję poniżej:

$$\log k = 0.96661 - \frac{h}{18400}$$

gdzie h odpowiada wzniesieniu badanego jeziora nad poziomem morza w metrach, a k — stałej pierwotnej w cm³/l.

Różnica między obliczoną według wzoru powyższego stałą pierwotną i stwierdzoną w eumeta- lub hypolimnionie badanego jeziora ilością cm³/l tlenu stanowi t. zw. deficyt absolutny, będący według Alsterberga najlepszym wskaźnikiem

tlenowym. Autor ten nadaje deficytowi absolutnemu wartość ujemną, gdy stała pierwotna jest większa od stwierdzonej ilości tlenu; w przeciwnym przypadku, oznaczającym, że po cyrkulacji nastąpił jeszcze dopływ tlenu do danej warstwy wody, deficyt absolutny otrzymuje wartość dodatnią.

Jak już wspomniałem, wzór powyższy odnosi się wyłącznie do głębszych warstw i do okresu stagnacji letniej. Wzór na stałą pierwotną epilimnionu oraz całego jeziora w okresie cyrkulacji (Alsterberg l. c. p. 302) wygląda nieco inaczej:

$$\log k = \log k_1 - \frac{h}{18400}$$

gdzie k_1 odpowiada ilości tlenu w cm^3/l , nasycającej 1 litr wody przy danej temperaturze i ciśnieniu 760 mm.

Autor, biorąc pod uwagę kontakt wody z atmosferą, uwzględnia w tym przypadku aktualną temperaturę wody, pomija natomiast zmiany ciśnienia atmosferycznego. Obliczony w ten sposób deficyt odpowiada deficytowi aktualnemu.

Wreszcie dla okresu stagnacji zimowej, w czasie której cała masa wód jeziornych stanowi słabo uwarstwioną całość, oddzieloną od atmosfery niemal hermetyczną pokrywą lodową, proponuje Alsterberg (l. c.), opierając się głównie na badaniach nad zawartością wolnego azotu, rozpuszczonego w wodzie jeziornej, przyjąć za podstawę ilość tlenu, nasycającą 1 litr wody przy temperaturze 0°C i ciśnieniu 760 mm. Zgodnie z powyższym postulatem wzór na jesienny współczynnik nasycenia przedstawia się tak:

$$\log k = 1.01242 - \frac{h}{18400}$$

Rozważania Alsterberga zdawały się wskazywać nowe drogi metodyce badań tlenowych, wysoce upraszczające i ułatwiające porównawcze studia nad przemianami tlenowymi różnych jezior. Jego krytyka stosowanych dotychczas metod obliczania deficytu tlenowego musi być uznana za słuszną, a możliwość obliczenia według propozycji tego autora raz na zawsze dla każdego jeziora charakterystycznego dlań współczynnika natlenienia na podstawie prostego wzoru jest wyjątkowo pożądana. Niemniej stwierdzić należy, że racjonalność wzorów Alsterberga oparta jest na całym szeregu warunków, od stopnia spełnienia których zależy ścisłość otrzymanych rezulta-

tów. Najważniejsze źródła błędów zostały już wymienione przez Ryłowa (1931) i Münster Ströma (1931); polegają one z jednej strony na odbiegającym od schematu Alsterberga przebiegu ciśnienia atmosferycznego i temperatury w okresie cyrkulacji, z drugiej zaś na niepełnym natlenieniu¹⁾ wielu jezior w czasie cyrkulacji. Münster Ström (l. c. p. 493) oblicza, że wiele oligotroficznycy jezior Norwegii zdobywa w czasie cyrkulacji wiosennej zaledwie 8.0—8.2 cm³/l tlenu (po sprowadzeniu do poziomu morza), zamiast 9.26 cm³/l; różnica przekracza więc 1 cm³/l. Ryłow (l. c. p. 396) stwierdza obecność cyrkulacji przy temp. około 9°C w jez. Kardywatsch na Kaukazie w sierpniu; cyrkulacja taka może doprowadzić do rozpuszczenia się tlenu najwyżej w ilości 8.21 cm³/l (po sprow. do poziomu morza). Badane przez obu tych autorów jeziora są wybitnie oligotroficzne. Jeszcze gorzej przedstawia się sprawa w jeziorach eutroficznycy, a zapewne i wielu dystroficznycy, gdzie cyrkulacja nie doprowadza, jak wiadomo, bardzo często do homooksygenacji całej masy wodnej, gdyż, wskutek rezorbującego wpływu dna, warstwy głębokie oddają natychmiast większość zdobytego tlenu i przy całkowitej homotermii jeziora pozostaje uwarstwione pod względem tlenowym.

Wymienione zastrzeżenia, dla których możnaby przytoczyć o wiele więcej przykładów, sprawiają, że bezkrytyczne stosowanie wzorów Alsterberga może prowadzić do operowania wartościami zupełnie nieporównywalnymi, jeśli nie wręcz fikcyjnymi. To też należy, jak mi się wydaje, odróżnić rzeczywisty deficyt absolutny, będący różnicą między stwierdzonym doświadczalnie maksymalnym natlenieniem badanych warstw jeziora w czasie cyrkulacji, poprzedzającej nasze badania, a zaobserwowaną po tej cyrkulacji ilością tlenu w tej samej warstwie wody,—od teoretycznego deficytu absolutnego, obliczonego według wskazań Alsterberga, ewentualnie z zastosowaniem pewnych poprawek, opartych na znajomości stosunków meteorologicznycy oraz gospodarki termicznej i tlenowej badanego jeziora (lub jezior pobliskich o podobnym charakterze limnologicznym).

1) Natlenić = nasycić tlenem. Termin ten zastępuje z powodzeniem nieściśle wyrażenia i jak „przewietrzyć” lub—co gorsza—„utlenić”.

• Obliczenie rzeczywistego deficytu absolutnego, zwłaszcza przy bardziej ekstensywnych studjach jeziornych, jest rzeczą trudną, gdyż rzadko kiedy mamy możliwość znać stosunki tlenowe badanych jezior z okresu cyrkulacji, poprzedzającej nasze badania. Sądzę, że praktyczne znaczenie tego wskaźnika tlenowego nie będzie duże, jakkolwiek dokładność¹⁾ jego usprawiedliwiłaby podejmowanie wysiłków w tym kierunku.

Zadaniem notatki niniejszej jest sprawdzenie, czy w lokalnych warunkach Suwalszczyzny nie dałoby się na podstawie dotychczasowej znajomości stosunków meteorologicznych i limnologicznych opracować metody obliczania współczynnika nasycenia Alsterberga dla jezior naszych w sposób nie budzący wymienionych wyżej zastrzeżeń, oraz ewentualne zbadanie, jakim błędem metodycznym obarczony byłby taki teoretyczny współczynnik nasycenia.

Rozważania nasze rozpoczniemy od czynnika, który—jak to zgóry przewidzieć można—ma znaczenie ograniczone, ale co do którego mamy stosunkowo najszczególowsze dane, a mianowicie od ciśnienia atmosferycznego. Alsterberg przyjmuje, że średnie roczne ciśnienie, sprowadzone do poziomu morza, wynosi wszędzie 760 mm Hg. Wiemy jednak, że jest to tylko w pewnym przybliżeniu ściśle; z długoletnich obserwacji meteorologicznych wynika, że średnie roczne ciśnienie na Suwalszczyźnie jest nieco większe. Gorczyński (1917) w swej pracy o ciśnieniu atmosferycznym w Polsce podaje, że średnie roczne ciśnienie za okres lat 1886—1910 w miasteczku Margrabowa (Prusy Wschodnie, w pobliżu granicy Suwalszczyzny) wynosiło 761.5 mm; w tym samym okresie średnie roczne ciśnienie w Druskienikach wynosiło 761.7 mm (p. 53). Ponieważ Suwalszczyzna leży między temi dwoma punktami, możemy przyjąć, że średnie roczne ciśnienie powietrza, sprowadzone do poziomu morza, wynosiło tu w okresie wymienionym 761.6 mm. Zgadza się to wprost idealnie z wynikami pomiarów ciśnienia atmosferycznego, dokonywanych przez Stację Hydrobiologiczną na Wigrach. Jak wynika z tab. 1, w której zesta-

¹⁾ Błąd metodyczny rzeczywistego deficytu absolutnego przekraczałby zaledwie dwukrotnie błąd analizy Winklera.

wione są średnie miesięczne i roczne z okresu 1927—1931¹⁾ (poprawka na t° została uwzględniona), średnie roczne ciśnienie wynosiło w tym okresie na Wigrach 749.38 mm; po sprowadzeniu wielkości tej do poziomu morza (według tabeli Górczyńskiego l. c. p. 40, z uwzględnieniem średniej rocznej temperatury powietrza: + 5.89 °C) otrzymujemy 761.61 mm, co najzupełniej zgadza się z wymienioną wyżej liczbą, opartą na danych z lat 1886—1910. Możemy więc uznać, za zupełnie pewne, że średnie roczne ciśnienie na Suwalszczyźnie, sprowadzone do poziomu morza, wynosi 761.6 mm Hg. Obliczona na podstawie tego rzeczywistego ciśnienia średniego stała pierwotna różni się od obliczonej na podstawie wzoru Alsterberg'a o 0.02 cm³/l. Jest to różnica bardzo niewielka i leży w granicach błędu metody analitycznej Winkler'a, niemniej mogąc łatwo uniknąć tego błędu, zestawiam w tab. 2 obliczone dla różnych wzniesień, na których położone są jeziora Suwalszczyzny, odpowiadające im średnie roczne ciśnienia i wiosenne współczynniki natlenienia, opierając się na ustalonym wyżej ciśnieniu rzeczywistym. W tabelce tej obliczone zostały współczynniki tlenowe nie tylko według tabeli nasycenia Foxa, które zaleca Alsterberg, ale również według analogicznych tabel Winklera. Mimo przyjętego naogół zwyczaju obliczania współczynników nasycenia z dokładnością do 0.01 cm³/l, ograniczyłem się do dokładności do 0.1 cm³/l, z powodów, które wyjaśnione będą niżej.

Alsterberg w rozważaniach swoich milcząco zakłada, że ciśnienie atmosferyczne w okresach cyrkulacji jeziornych, jedynie miarodajne dla stopnia natlenienia głębszych warstw jeziora, jest tak zbliżone do średniego ciśnienia rocznego, że oparcie się na tem ostatnim daje wystarczającą dokładność. Wiemy jednak, że ciśnienie powietrza, naogół dość zmienne, ulega pewnym periodycznym wahaniom; wieloletnie badania

1) Obserwacje meteorologiczne dokonywane są na St. H. n. W. od r. 1922. Niestety dane o ciśnieniu powietrza z okresu 1922—1926 wypadło zdyskwalifikować, gdyż dostarczony przez P. I. M. barometr był uszkodzony i dopiero od początku r. 1927 zaczął po naprawieniu funkcjonować prawidłowo.—Opublikowane przez Janikowskiego (1925) dane o ciśnieniu na Wigrach są obciążone znacznym błędem, spowodowanym przez wzmiankowane uszkodzenie barometru.

TAB. 1.

Ciśnienie powietrza na poziomie rzeczywistym według obserwacji Stacji Hydrobiologicznej na Wigrach. Stary Folwark, gm. Huta, pow. Szuwalski
h = 138 m.

| Rok M-c | 1927 ¹⁾ | 1928 | 1929 | 1930 | 1931 | Średnie |
|---------------|--------------------|---------------------|-------|-------|-------|---------|
| I | 749.9 | 750.8 ¹⁾ | 757.0 | 751.3 | 745.5 | 750.9 |
| II | 53.5 | 52.6 ¹⁾ | 57.8 | 54.9 | 51.3 | 754.0 |
| III | 47.8 | 55.8 | 52.0 | 46.2 | 47.0 | 749.8 |
| IV | 43.8 | 47.7 | 47.1 | 48.0 | 47.9 | 746.9 |
| V | 49.1 | 45.8 | 50.8 | 48.3 | 49.8 | 748.8 |
| VI | 48.2 | 46.2 | 48.0 | 51.5 | 49.0 | 748.6 |
| VII | 47.1 | 49.1 | 48.9 | 43.5 | 47.8 | 747.3 |
| VIII | 49.3 | 47.4 | 51.6 | 47.7 | 46.0 | 748.4 |
| IX | 44.1 | 51.5 | 51.9 | 50.6 | 47.2 | 749.1 |
| X | 48.7 | 49.4 | 46.7 | 46.6 | 49.5 | 748.2 |
| XI | 50.7 | 44.2 | 51.1 | 44.1 | 56.4 | 749.3 |
| XII | 53.3 | 51.0 | 50.4 | 54.0 | 47.8 | 751.3 |
| Śr. roczna | 748.8 | 749.3 | 751.1 | 748.9 | 748.8 | 749.38 |

wykazują, że w Europie środkowej maksimum ciśnienia przypada najczęściej w miesiącach zimowych (styczeń—luty), minimum—w lipcu, maksyma drugorzędne występują ponadto często w maju i we wrześniu (Gorczyński l. c. p. 102). Kwiecień—miesiąc, w którym w naszych szerokościach najczęściej odbywa

¹⁾ Dane z r. 1927 oraz z I i II 1928 r. pochodzą z Płociczna. Zostały one doprowadzone do poziomu Starego Folwarku przez dodanie 2 mm (różnica poziomów około 22 m).

TAB. 2.

Ciśnienie powietrza i wiosenne współczynniki natlenienia na Suwalszczyźnie

| Wzniesienie n. p. m. m | Średnie ciśnienie roczne mm | Wiosenny współczynnik natlenienia | |
|------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------------|---------------------------------|
| | | wg. Winkler'a cm ³ /l | wg. Fox'a cm ³ /l |
| 100 — 110 | 752.2 | } 9.0 | } 9.2 |
| 110 — 120 | 51.3 | | |
| 120 — 130 | 50.4 | | |
| 130 — 140 | 49.4 | | } 9.1 |
| 140 — 150 | 48.5 | | |
| 150 — 160 | 47.6 | | |
| 160 — 170 | 46.7 | | |
| 170 — 180 | 45.8 | } 8.9 | } 9.0 |
| 180 — 190 | 44.9 | | |
| 190 — 200 | 44.0 | | |
| 200 — 210 | 43.0 | | |
| 210 — 220 | 42.1 | | |
| 220 — 230 | 41.2 | } 8.9 | |
| 230 — 240 | 40.3 | | |
| 240 — 250 | 39.4 | | |
| 250 — 260 | 38.5 | | |

się cyrkulacja wiosenna—ma naogół ciśnienie niższe od rocznego, listopad — miesiąc cyrkulacji jesiennej — często wyższe. Wiadomo jednak ogólnie, że wahania średnich miesięcznych w poszczególnych latach są bardzo znaczne, odpowiadają często różnicom we wzniesieniu nad poziomem morza o 100 i więcej metrów; widać to choćby z naszej tabeli 1. Tak znaczne wahania ciśnienia atmosferycznego przesuwają punkt ciężkości naszych kalkulacyj ze stałego czynnika, którym jest wzniesienie badanego jeziora nad poziom morza, na zmienny czynnik przesuwania się wyżów barometrycznych w poszczególnych latach. Zadaniem naszym jest teraz zorjentować się, jak daleko posunięte zmiany w stopniu natlenienia jezior Suwalskich mogą być wywołane przez zmienność ciśnień powietrza w okresach cyrkulacyjnych. Przed przystąpieniem do tego zagadnienia należy jednak poświęcić nieco uwagi samym zjawiskom cyrkulacyj jeziornych, zbadać czas występowania i trwania ich, temperaturę powietrza i wody oraz wpływ niektórych innych czynników meteorologicznych na ich przebieg w jeziorach Suwalskich.

Ogólne dane o przebiegu cyrkulacyj w Wigrach zawarte są w pracy Lityńskiego (1926); z badań tego autora wynika,

że okres całkowitej cyrkulacji jesiennej rozpoczyna się w listopadzie i trwa niekiedy do połowy grudnia, zaś całkowita cyrkulacja wiosenna odbywa się najczęściej w kwietniu. Wskutek swoistej budowy termicznej jez. Wigierskiego, odznaczającego się stosunkowo wysoką temperaturą warstw przydennych w miesiącach letnich oraz niską temperaturą tychże w zimie (por. Lityński l. c. tab. 12 p. 40), cyrkulacja w jeziorze tem rozpoczyna się zapewne nieco wcześniej, niż w jeziorach o stałej temperaturze warstw głębokich, zbliżonej do 4°C. Należy przypuszczać, że z chwilą, gdy temperatura wody na powierzchni opadnie do 7.5°C, co następuje zwykle w listopadzie, woda w Wigrach zaczyna cyrkulować, ulegając zarówno prądom konwekcyjnym, jak też i wywołanym, przez wiatry prądom wirowym Birge'a. Podobnie na wiosnę, gdy tylko t° powierzchni osiągnie 3.5°C, rozpoczyna się całkowita cyrkulacja. W jeziorach o bardziej „normalnej” budowie termicznej, których również niebrak na Suwalszczyźnie (por. np. zat. Uklejowa Wigier, Lityński 1926), całkowita cyrkulacja opóźnia się zapewne nieco w porównaniu do Wigier i trwa być może nieco krócej. Należy jednak przypuszczać, że różnice te nie są wielkie i że wobec nieznaczonej rozległości interesującego nas, niewątpliwie dość jednolitego pod względem klimatycznym obszaru, można przyjąć, że stosunki cyrkulacyjne Wigier odzwierciedlają w pewnym stopniu analogiczne przejawy życia większości pozostałych jezior Suwalskich.

W tab. 3 zestawione są dane o czasie występowania i trwania całkowitej cyrkulacji wiosennej i jesiennej w Wigrach, na podstawie pomiarów temperatury wody powierzchniowej, dokonywanych przez Stację Hydrobiologiczną od r. 1923. Pomiarzy te prowadzone były do r. 1927 włącznie w zat. Uklejowej, następnie w t. zw. zat. Stacyjnej, w północnej części jez. Wigierskiego. Wobec swoistej termiki tego jeziora przyjęto, że całkowita cyrkulacja wiosenna rozpoczyna się, gdy temperatura powierzchni osiągnie około 3°C, kończy się, gdy temperatura wzniesie się do 5.5—6.0°C; analogicznie na jesieni uznano, że całkowita cyrkulacja rozpoczyna się, gdy temperatura powierzchni opadnie do 7.5°C, kończy się, gdy temperatura ta opadnie trwale poniżej 3°C. Stosunki te nie dają się ująć zupełnie ściśle z powodu dość znacznych nieprawidłowości w prze-

TAB. 3.
Okresy całkowitej cyrkulacji w jez. Wigry.

| Cyrkulacja wiosenna | | | Cyrkulacja jesienna | | |
|---------------------|--------------|-------------------|---------------------|-----|-----------------|
| 1923: | — | — | 12 listopad | —20 | grudzień 39 dni |
| 24: | 20 kwiecień— | 3 maj 14 dni | 8 listopad | — 5 | grudzień 28 „ |
| 25: | 5 „ | —23 kwiecień 19 „ | 2 „ | —28 | listopad 27 „ |
| 26: | 11 „ | —17 „ 7 „ | 25 październik— | 17 | grudzień 54 „ |
| 27: | 7 „ | — 2 maj 26 „ | 7 listopad | —29 | listopad 23 „ |
| 28: | 11 „ | —27 kwiecień 17 „ | 11 „ | —14 | grudzień 34 „ |
| 29: | 28 „ | — 3 maj 6 „ | 12 „ | —22 | „ 41 „ |
| 30: | 8 „ | —13 kwiecień 5 „ | 11 „ | —13 | „ 33 „ |
| 31: | 25 „ | — 2 maj 8 „ | 23 październik— | 25 | listopad 34 „ |

biegu temperatur na powierzchni, wywołanych zmianami warunków meteorologicznych. Gdy np. w końcu października lub w listopadzie nastąpi po szeregu zimnych dni, a zwłaszcza nocy, spadek temperatury do 7.5°C, rozpoczyna się w Wigrach niewątpliwie cyrkulacja; gdy jednak następnie warunki meteorologiczne poprawią się i przez parę godzin słońce będzie operowało przy pogodzie bezwietrznej, temperatura powierzchni jeziora znów się podniesie i cyrkulacja ulegnie zahamowaniu. Niewątpliwie zdarza się, że będąca w pełnym biegu cyrkulacja ulega okresowym przerwom na kilka godzin dziennych; zjawiska te szczególnie często obserwować można na jesieni. W tab. 3 wspomniane przerwy, jako naogół krótkotrwałe i nie mające zapewne większego znaczenia, nie zostały uwzględnione, okres cyrkulacji całkowitej jest więc pojęty szeroko.

Porównanie przebiegu cyrkulacji wiosennej i jesiennej daje rezultat bardzo ciekawy, okazuje się bowiem, że przebiegają one zupełnie różnie. Cyrkulacja wiosenna rozpoczyna się późno, zazwyczaj w drugiej połowie kwietnia, gdy wiosna jest już dość zaawansowana. Ciepło słońca kwietniowego przez długie tygodnie zostaje użyte na rozpuszczanie śniegów i jeziornych pokryw lodowych, praca słonecznych dni bywa przytem często niweczona przez nocne przymrozki; wiatr nie może dojść do głosu dopóki całe jezioro jest pokryte lodem. Dopiero gdy nagrzewające się o wiele szybciej brzegi jeziora odmarzną, rozpoczyna wiatr swą działalność niszczącą, bijąc falami o nadwątlone i porowate masy lodowe śródziejzera. Wówczas uwolnienie jeziora od lodu jest zwykle kwestją krótkiego czasu, nim to jednak nastąpi, wiosna poczyni znaczne postępy.

Bardzo charakterystyczny jest przebieg temperatur powietrza w tym okresie. Średnia temperatura kwietniowa (za okres 10-letni) według danych Stacji Hydrobiologicznej wynosi na Wigrach zaledwie $+4.66^{\circ}\text{C}$, jest więc o 0.7°C niższa, niż średnia wieloletnia w pobliskich, nie leżących nad żadnym jeziorem, Suwałkach i o 1.4°C niższa, niż w Druskenikach (Gorczyński i Kosińska 1916 p. 110). T. zw. pojezierze pruskie, obejmujące również Suwalszczyznę, posiada specjalną 6-stopniową izotermę kwietniową (na poziomie rzeczywistym, l. c. tab. XVIII), jednak okolice leżące bezpośrednio nad wielkimi jeziorami mają widocznie swoisty klimat, ujawniający się szczególnie w okresie tajania śniegów i lodów. Z chwilą bowiem gdy znikną pokrywy lodowe jezior i spłyną śniegi, co następuje zwykle z końcem kwietnia, temperatura powietrza gwałtownie się podnosi: średnia majowa (10-letnia) wynosi na Wigrach $+12.58^{\circ}$, jest więc nawet nieco wyższa, niż w Suwałkach (12.0°) i Druskenikach (12.4°). Ten silny skok temperatury powietrza na przełomie kwietnia i maja, niespotykany w innych częściach Polski (por. Gorczyński i Kosińska l. c.) i nie mający sobie równych, jeśli porównamy jakiegokolwiek dwa inne po sobie następujące miesiące, jest zdaje się swoistą cechą naszego klimatu jeziornego, mającą doniosłe znaczenie dla przebiegu cyrkulacji wiosennej. Trwa ona, jak wynika z tab. 3, zwykle bardzo krótko, w niektórych latach zaledwie kilka dni. Na skrócenie jej wpływa jeszcze małe zachmurzenie, które w maju osiąga swe minimum roczne (por. tab. 4).

TAB. 4.

Zachmurzenie na Wigrach według danych Stacji Hydrobiologicznej. Średnie miesięczne na podstawie 10-letnich obserwacji (1922—1931).

| | | | |
|----------|------|-------------|------|
| Styczeń | 8.11 | Lipiec | 6.05 |
| Luty | 8.02 | Sierpień | 6.00 |
| Marzec | 6.52 | Wrzesień | 6.12 |
| Kwiecień | 6.01 | Październik | 7.05 |
| Maj | 5.60 | Listopad | 8.33 |
| Czerwiec | 6.12 | Grudzień | 8.16 |

Średnia roczna: 6.84

Zupełnie odmienne stosunki obserwujemy na jesieni. Jezioro wolne od lodu ulega prawie stałemu falowaniu, pod wpły-

wem wiejących wówczas często silnych wiatrów. Zasoby ciepła, nagromadzonego w ciągu całego lata są tak poważne, że trzeba długiego czasu, aby temperatura całej masy wodnej opadła do 4°C. Ale i wówczas jeszcze jezioro dalekie jest od pokrycia się lodem, gdyż ustawiczne wiatry, wywołujące prądy wirowe, wynoszą na powierzchnię coraz to nowe masy ciepłej wody z głębin. Dopiero gdy temperatura wody na powierzchni opadnie poniżej 3°C, oczekiwać można zamrożenia jeziora; nie nastąpi to jednak, zanim nie zbiegnie się równocześnie dość silny mróz z bezwietrzną pogodą; przy niezbyt silnym nawet wietrze plosa Wigier nie zamrznie nigdy, co więcej—już utworzony lód bywa niszczony i rwany na kry przez silne fale, nawet przy mrozie kilkostopniowym. Podobnie jak tajanie, tak i zamarzanie rozpoczyna się od brzegów; narastający centrypetalnie lód zmniejsza szybko ulegającą wiatrom wolną powierzchnię wody, nadając pewne przyspieszenie procesowi zamarzania. Nawiasem dodam, że również w czasie cyrkulacji jesiennej ujawnia się szczególny klimat jeziorny: średnia temperatura powietrza w listopadzie (za okres 10-letni) wynosi na Wigrach +2.31 C, jest więc znacznie wyższa nietylko od obserwowanej w Suwałkach (+0.4°) i Druskienikach (+0.7°), ale nawet w Warszawie (+1.8°), której średnia roczna jest o 1.7° wyższa od wigierskiej (Gorczyński i Kosińska l. c. p. 110). Tak znaczną różnicę można sobie wytłumaczyć tylko wpływem oddawanych w tym czasie wielkich ilości ciepła, nagromadzonego w wodzie jeziornej. Nie bez znaczenia jest tu z pewnością znana budowa termiczna Wigier, zdolnych do akumulacji ciepła nietylko w epilimnionie, ale również w pewnym stopniu i w masach hypolimnetycznych.

Powrócimy teraz do kwestji ciśnienia atmosferycznego, panującego u nas w okresach cyrkulacyjnych. Dane z pięciu lat (1927—1931) zestawione są w tab. 5, gdzie dla cyrkulacji wiosennej obok liczb, określających średnie ciśnienia, wówczas panujące, podane są również odpowiadające im współczynniki nasycenia, obliczone na podstawie tabel Foxa i Winklera.

Widzimy, że zakres wahań ciśnień powietrza w okresach cyrkulacyjnych tych kilku lat jest ogromny, gdyż wynosi dla wiosny 16.5 mm, dla jesieni—7.9 mm. Zakres wahań wiosennych współczynników natlenienia z poszczególnych lat wynosi

TAB. 5.

Średnie ciśnienia w czasie całkowitych cyrkulacji na Wigrach w okresie 1927—1931.

| | Cyrkulacja wiosenna | | | Cyrkulacja jesienna |
|------|---------------------|--------------------------|-----------|---------------------|
| | Ciśnienie średnie | Współczynnik natlenienia | | Ciśnienie średnie |
| | | wg. Winklera | wg. Foxa | |
| 1927 | 742.0 mm | 8.92 cm/l | 9.04 cm/l | 749.5 mm |
| 28 | 47.8 | 8.99 | 9.11 | 44.7 |
| 29 | 44.7 | 8.96 | 9.07 | 49.8 |
| 30 | 58.5 | 9.12 | 9.24 | 48.2 |
| 31 | 46.8 | 8.98 | 9.10 | 52.6 |

odpowiednio 0.2 cm³/l, a najbardziej skrajne zmienne odbiegają od liczby obliczonej na podstawie średniego ciśnienia rocznego (9.01 wzgl. 9.13 cm³/l, p. tab. 2) o około 0.1 cm³/l. Jest rzeczą jasną, że w tych warunkach obliczanie teoretycznego deficytu absolutnego na podstawie średniego ciśnienia rocznego z dokładnością większą, niż do 0.1 cm³/l, jak to uczyniło w ślad za Alsterbergiem już paru autorów, jest zupełnie nieuzasadnione. Należy zważyć, że tab. 5 oparta jest na materiale zaledwie 5-letnim, dotyczącym jeziora, którego okresy cyrkulacyjne trwają zapewne naogół nieco dłużej, niż wielu innych jezior Suwalskich. Rozporządzając materiałem porównawczym z większej ilości jezior i z dłuższego okresu czasu, znaleźlibyśmy z pewnością stosunki jeszcze bardziej odbiegające od schematu Alsterberga; należy przyjąć, że błąd spowodowany odbiegającym od średniego rocznego ciśnieniem, panującym w czasie cyrkulacji wiosennej, może u nas sięgać w przypadkach krańcowych 0.2 cm³/l. Cyrkulacja jesienna, trwająca znacznie dłużej, posiada średnie ciśnienie o wiele bardziej zbliżone do średniej rocznej; niemniej i tu błąd jesiennego współczynnika nasycenia, obliczonego według wskazań Alsterberga, sięgać może 0.1 cm³/l.—Błędów tych możnaby w praktyce uniknąć przez każdorazowe obliczenie średniego ciśnienia, panującego w okresie cyrkulacji, bezpośrednio poprzedzającej nasze badania, na podstawie materiałów, dotyczących czasu jej wystąpienia i trwania na jeziorze badanem, lub pobliskiem o podobnym charakterze limnologicznym.

Rozpatrzyliśmy w ten sposób wpływ ciśnienia atmosferycznego, zmniejszający do pewnego stopnia w lokalnych warun-

kach Suwalszczyzny dokładność wzorów Alsterberga, który ciśnienie uznał za jedyny godny uwagi czynnik lokalny, korygujący jego teoretyczne założenia. Źródłem o wiele poważniejszych jednak błędów może być temperatura, przy której następuje natlenienie całej masy wód jeziornych w czasie cyrkulacji. Alsterberg przyjmuje, że odbywa się ono na wiosnę przy temp. 4°C ; rzeczywiście, tak teoretycznie należałoby się spodziewać, gdyż z chwilą, gdy temperatura wody na powierzchni przekroczy 4°C , cyrkulacja winnaby ulec zahamowaniu. Wiemy jednak, że temperatura głębokich warstw w Wigrach jest latem stosunkowo wysoka i że wzrost ten przypada w lwiej części na maj, zanim „zdolała wytworzyć się większa różnica pomiędzy temperaturą powierzchni i dna, co stanowi moment sprzyjający cyrkulacji” (Lityński l. c. p. 39). Ze słów tych wynika, że cyrkulacja wiosenna nie kończy się w Wigrach przy temp. $+4^{\circ}\text{C}$, lecz dopiero przy temp. 5.5° — 6.0°C (okoliczność ta została uwzględniona w tab. 3). Współdziałanie wiatrów, które wieją w kwietniu w dużej ilości (10-letnia średnia kwietniowa siły wiatrów w godzinach południowych wynosi 3.83 m/sek i zbliża się do najwyższej średniej miesięcznej), ze znacznym w tym okresie nasłonecznieniem (por. tab. 4) warunkuje dopływ ciepła do głębin. Rezultatem tego winnoby być natlenienie całej masy wodnej, odpowiadające temperaturze 5.5° — 6.0°C ; okoliczność tę, jako ogromnie ważną, podkreślił już Münster Ström (l. c. p. 494). Współczynnik natlenienia, obliczony dla średniego ciśnienia rocznego Wigier i temp. 5.5°C , wynosiłby już tylko 8.80 cm^3/l , różniłby się zatem od teoretycznego (9.13 cm^3/l wg. tabel Fox'a) o 0.33 cm^3/l ; przy wzięciu pod uwagę temp. 6.0°C , różnica ta wyniosłaby 0.44 cm^3/l , co stanowi już błąd poważny. Przy zsumowaniu się błędów, spowodowanych przez odbiegające od teoretycznych założeń Alsterberga zachowanie się ciśnienia i temperatury w okresie cyrkulacji wiosennej, obliczony na podstawie wzoru tego autora wiosenny współczynnik natlenienia byłby obciążony błędem, sięgającym 0.6 — 0.7 cm^3/l . O ile przytem jest rzeczą do pewnego stopnia możliwą wyeliminowanie błędu, spowodowanego ciśnieniem (p. wyżej), o tyle jest to bardzo trudne odnośnie temperatury, przy której kończy się cyrkulacja. Temperatura ta zależy bowiem od struktury termicznej danego jeziora, od jego

wystawienia na działanie wiatrów oraz od czynników meteorologicznych, które zmieniają się z roku na rok. Jeziora Suwalszczyzny cyrkulują przy nieco różnych temperaturach, wiemy, że nawet poszczególne części jeziora Wigierskiego zachowują się pod tym względem różnie (Lityński l. c. p. 37).

W warunkach naszych wydaje mi się również niesłuszny postulat Alsterberga, według którego winniśmy obliczać jesienny współczynnik natlenienia, biorąc pod uwagę ilość tlenu, nasycającą 1 litr wody przy temp. 0°C . Jak wynika z naszych rozważań o cyrkulacji jesiennej, spadek temperatury wody poniżej 3°C poprzedza często stosunkowo nieznacznie pokrycie się jeziora lodem. Należy wątpić, czy przeważnie niedługi okres, dzielący taki spadek temperatury od zamarznięcia wystarcza, aby jezioro zdążyło odpowiednio natlenić się, zwłaszcza, że woda nie cyrkuluje już wówczas tak łatwo, napotykać w głębinach wodę cieplejszą i cięższą. O wiele słuszniejsze byłoby—przynajmniej w odniesieniu do głębszych warstw jeziora, które wogóle nigdy nie miewają temperatury 0°C —przyjęcie, że pełna cyrkulacja jesienna kończy się przy 3°C i obliczenie na tej podstawie jesiennego współczynnika natlenienia dla warstw głębszych jeziora. Różni się on dla Wigier o $0.78\text{ cm}^3/\text{l}$ od obliczonego według wskazań Alsterberga, a błąd jego (po uwzględnieniu odchyień, które mogłyby być wywołane przez zmienność ciśnienia powietrza) nie przekraczałby w naszych warunkach $0.3\text{—}0.4\text{ cm}^3/\text{l}$. W tab. 6 zestawiam obliczone dla różnych poziomów, na których są położone jeziora Suwalszczyzny, jesiennie współczynniki natlenienia, biorąc za punkt wyjścia ilość tlenu, nasycającą 1 litr wody przy ciśnieniu 760 mm i temp. 3°C według tabel Winklera i Fox'a.

Jako ostatni czynnik, ograniczający możliwość powszechnego stosowania wzorów Alsterberga i zmniejszający dokładność obliczonego na ich podstawie deficytu absolutnego, omówię pokrótce większą lub mniejszą zdolność jezior do natleniania się w okresach cyrkulacyjnych. Alsterberg wychodzi z założenia, że jeziora w okresie całkowitej cyrkulacji nasycają się tlenem w ilości, którą określa jedynie ciśnienie i temperatura. Wiemy jednak, że istnieją zbiorniki, w których pochłanianie tego gazu postępuje tak szybko, że nie starcza go na nasycenie warstw najgłębszych. Jaskrawym przykładem ta-

TAB. 6.

Jesienne współczynniki natlenienia w jeziorach Suwalszczyzny, obliczone dla temp. $+3^{\circ}\text{C}$ i średnich ciśnień rocznych, panujących na poszczególnych wzniesieniach n. p. m.

| Wzniesienie n. p. m. m | Jesienny współczynnik natlenienia | |
|------------------------------|--|-------------------------------------|
| | wg. Winklera cm^3/l | wg. Fox'a cm^3/l |
| 100 — 140 | 9,3 | 9,4 |
| 140 — 150 | 9,2 | 9,4 |
| 150 — 230 | 9,2 | 9,3 |
| 230 — 240 | 9,1 | 9,3 |
| 240 — 260 | 9,1 | 9,2 |

kiego zbiornika wodnego jest na naszym terenie zat. Uklejowa Wigier (Lityński l. c. p. 61), a zbiorników podobnych jest na Suwalszczyźnie niewątpliwie dużo. W takich jeziorach współczynnik natlenienia winienby być obliczany dla każdej warstwy oddzielnie, przytem decydującym czynnikiem—obok temperatury i ciśnienia—musiałby być wskaźnik rezorpcji tlenu, który byłby inny dla każdego jeziora i którego natury ani sposobu obliczania nie znamy dotychczas wogóle.—Nie ulega kwestji, że w jeziorach zeutrofizowanych jedynie rzeczywisty deficyt absolutny miałby wartość wskaźnika limnologicznego.

Ale i w jeziorach o wysokim całorocznym budżecie tlenowym, do których należą plosa Wigier, spotykamy stosunki niezupełnie zgodne z przesłankami teoretycznymi. 12 listopada 1931 znalazłem na plosie Północnem Wigier stosunki termiczne i tlenowe, przedstawione w tab. 7. Homotermja i homooksygenja były niemal zupełne, jednak ilość tlenu była stosunkowo niska: wynosiła zaledwie około 91% nasycenia. Tegoż dnia wykonana analiza w o wiele płytszej zatoce Północnej Wigier (Tab. 7)

TAB. 7.
Wigry, 12. XI. 1931.

| Plosa Północne | | | Zatoka Północna | | |
|----------------|---------------------|------------------------|-----------------|---------------------|------------------------|
| Głęb. | T | O ₂ | Głęb. | T | O ₂ |
| m | $+^{\circ}\text{C}$ | cm^3/l | m | $+^{\circ}\text{C}$ | cm^3/l |
| 0 | 6.1 | 7.84 | 0 | 5.3 | 8.47 |
| 20 | 6.0 | — | 6 | 5.2 | 8.47 |
| 40 | 5.9 | 7.82 | 10 | 5.2 | 8.45 |
| 45 | 6.0 | 7.86 | — | — | — |

wykazała przy niższej temperaturze wyższą absolutną zawartość tlenu; niemniej i tu było zaledwie około 97% nasycenia. Zupełnie podobne stosunki opisane są w pracy Lityńskiego (l. c.): z rys. 11 (p. 52) wynika, że w czasie jesiennej cyrkulacji na głęboczku Okuniowym Wigier w r. 1923 woda zawierała zaledwie 8.2—8.3 cm³/l tlenu¹⁾, zamiast 9.3—9.4 cm³/l, których należało oczekiwać, wychodząc z założeń teoretycznych (p. tab. 6). —O ile jesienią spotykamy w Wigrach ilości tlenu mniejsze od spodziewanych, o tyle znów cyrkulacja wiosenna zdaje się prowadzić do nieoczekiwanie wysokiego natlenienia wody: z cytowanych wyżej badań Lityńskiego (1926) wynika, że ilość tlenu w d. 14 maja 1924, t. j. w kilka dni po zakończeniu cyrkulacji wiosennej wynosiła w warstwie przydennej na głęb. Okuniowym 9.3 cm³/l, a w warstwach płytszych była jeszcze większa. Obserwujemy więc pewną nadwyżkę w porównaniu z obliczonymi teoretycznie współczynnikami natlenienia dla Wigier (9.0—9.2 cm³/l wg. Fox'a, por. Tab. 2 i 5).

Ten nieoczekiwany rezultat jest tembardziej dziwny, że jak wiemy cyrkulacja jesienna trwa na Wigrach o wiele dłużej, niż wiosenna, zdawałoby się zatem, że winna ona prowadzić do pełniejszego przewietrzenia jeziora. Zjawiska te wymagają szczegółowszego zbadania, gdyż będące do dyspozycji materiały nie zezwalają na wskazanie ich przyczyn.

Rezultat porównania rzeczywiście obserwowanych ilości tlenu w czasie cyrkulacji z obliczanymi na podstawie założeń Alsterberga współczynnikami natlenienia, nawet przy wzięciu pod uwagę pewnych poprawek, dyktowanych znajomością barometrycznych i termicznych stosunków lokalnych, obciąża te współczynniki błędem bardzo poważnym, wynoszącym dla jezior o wysokim budżecie tlenowym około 1.0 cm³/l tlenu. Ponieważ ich deficyt tlenowy jest naogół niewielki, błąd ten w większości przypadków odbierze mu wszelką wartość realną.

Kończąc powyższe rozważania, ujmijmy ich rezultaty praktyczne w następujące punkty:

- 1) Błąd współczynników natlenienia Alsterberga, spo-

¹⁾ Podobne wartości (8.2—8.4 cm³/l) znalazł Lityński (1931, p. 13 i 14) na Toni Bór 3 grudnia 1924 r. przy temperaturze całego słupa wody około 4.5°C.

wodowany odbiegającym od średniego rocznego przebiegiem ciśnienia atmosferycznego w okresie cyrkulacji wiosennej sięgać może $0.2 \text{ cm}^3/\text{l}$, w okresie cyrkulacji jesiennej— $0.1 \text{ cm}^3/\text{l}$.

2) Błąd wiosennego współczynnika natlenienia, wywołany przez wyższą temperaturę w okresie końcowym cyrkulacji sięgać może $0.4\text{—}0.5 \text{ cm}^3/\text{l}$.

3) Błąd jesiennego współczynnika natlenienia, obliczonego dla 3°C , wywołany przez niezgodny z teoretycznymi założeniami przebieg ciśnienia i inną temperaturę w czasie cyrkulacji sięgać może $0.3\text{—}0.4 \text{ cm}^3/\text{l}$.

4) Porównanie obliczonych na podstawie dotychczasowej znajomości stosunków meteorologicznych i limnologicznych Suwalszczyzny współczynników natlenienia Alsterberga (p. tab. 2 i 7) ze stwierdzonymi przez Lityńskiego (1926, 1931) i autora ilościami tlenu w okresach całkowitej cyrkulacji w Wigrach wykazuje ich różnicę, sięgającą $1.0 \text{ cm}^3/\text{l}$. Różnica ta byłaby znacznie większa, gdyby wziąć pod uwagę jezioro o niskim budżecie tlenowym.

5) Ponieważ deficyt absolutny jezior obfitujących w tlen jest niewielki, zaś błąd teoretycznego współczynnika natlenienia stosunkowo duży; ponieważ dalej nie znamy metody obliczania współczynników nasycenia w jeziorach ubogich w tlen — stosowanie wzorów Alsterberga jest w lokalnych warunkach Suwalszczyzny przy do dotychczasowym stanie naszych wiadomości niecelowe.

6) Ponieważ jednak deficyt absolutny Alsterberga wydaje się cennym wskaźnikiem limnologicznym, opartym na słusznej zasadzie, należy dążyć do obliczania rzeczywistego deficytu absolutnego, będącego różnicą między stwierdzonym maksymalnym stanem natlenienia badanego jeziora w czasie cyrkulacji i obserwowaną w czasie następnej stagnacji ilością tlenu w tej samej warstwie wody.

Stacja Hydrobiologiczna na Wigrach.

SPIS LITERATURY CYTOWANEJ.

Alsterberg G. 1929. Über das aktuelle und absolute O_2 -Defizit der Seen im Sommer. *Botan. Notiser* 1929. Lund.—Alsterberg G. 1930. Die O_2 -Primärkonstante in den verschiedenen Seenbereichen während des Jahres. *Botan. Notiser* 1930. Lund.—Birge E. A. and Juday C. 1912. A limnological Study of the Finger Lakes. *Bull. of the Bureau of fisheries*, Vol. 32. Washington.—Gorczyński W. 1917. O ciśnieniu powietrza w Polsce i w Europie. *Pam. Fizyogr. T. 24. Meteorologja. Warszawa.*—Gorczyński W. i Kosińska S. 1916. O temperaturze powietrza w Polsce. *Pam. Fizyogr. T. 23. Meteorologja. Warszawa.*—Janikowski T. 1925. Wyniki spostrzeżeń meteorologicznych notowanych nad Wigrami w czasie od 1922 do 1924 roku. *Spraw. Stacji Hydrob. na Wigrach. T. I. Suwałki.* Lityński A. 1926. Studja limnologiczne na Wigrach. *Arch. Hydrobiol. i Ryb. T. I. Suwałki.*—Lityński A. 1931. Sieja wigierska. *Arch. Hydrobiol. i Ryb. T. 6. Suwałki.*—Münster Ström K. 1931. Feforvatn. *Arch. f. Hydrobiol. Bd. 22. Stuttgart.*—Rylov. W. M. 1931. Einige Resultate der limnologischen Untersuchungen am Kardywatsch-See. *Arch. f. Hydrobiol. Bd. 22. Stuttgart.*

 Zusammenfassung

ZYGMUNT KOŹMIŃSKI

**Über die Berechnungsmethode des Sauerstoffdefizits
in den Suwałki-Seen.**

Der Verf. stellte sich als Aufgabe eine Nachprüfung, ob in den lokalen Verhältnissen der Suwałki-Seen sich die Berechnungsprinzipien von Alsterberg (1930) bezüglich des absoluten O_2 -Defizits anwenden lassen.

Es wurden zuerst die meteorologischen Verhältnisse des Suwałki-Seengebietes, vor allem der Luftdruck, die Lufttemperatur und die Bewölkung, sowie die Zeitdauer und der Verlauf der Frühling- und der Herbstvollzirkulation in dem Wigrysee (auf Grund von 10-jährigen Beobachtungen der Hydrobiologischen Wigystation) einer Betrachtung unterzogen. Als Erge-

bnis dieser Erörterungen hat der Verf. eine Reihe von Korrekturen, die sich bei der näheren Kenntnis der lokalen meteorologischen und limnologischen Verhältnisse als erforderlich erwiesen, in die Berechnungsweise Alsterberg's eingeführt. Ferner sind—unter Berücksichtigung der genannten Korrekturen—die Frühling- und Herbstsättigungskoeffiziente für die Meereshöhen, auf welchen die Suwałki-Seen gelegen sind, berechnet sowie Fehlergrenzen bestimmt worden, zwischen welchen sich diese Koeffizienten, infolge einer Veränderlichkeit der meteorologischen Faktoren in einzelnen Jahren und der individuellen Schwankungen im Verlaufe der Zirkulationerscheinungen in einzelnen Seen, bewegen können.

Ein Vergleich der auf diese Weise berechneten theoretischen Sättigungskoeffizienten der Seen mit dem tatsächlich während der Vollzirkulationen in dem Wigrysee festgestellten O_2 -Sättigungsmaximum bewies jedoch, dass das letztere in Wirklichkeit wesentlich von jenen Zahlen abweichen kann, welche man auf Grund von theoretischen Prämissen erwarten dürfte. Es zeigte sich nämlich, dass der O_2 -Gehalt des Wassers während der Herbstvollzirkulation um etwa $1.0 \text{ cm}^3/\text{l}$ niedriger, als das theoretische herbstliche Sättigungskoeffizient liegt; während der Frühlingvollzirkulation beträgt dagegen die gefundene Zahl ein wenig mehr, als das entsprechende Sättigungskoeffizient. In den mehr eutrophen Seen dieser Gegend wird die Differenz noch viel bedeutender.

Zum Schluss kommt der Verf. zur Überzeugung, dass in den lokalen Verhältnissen der Suwałki-Seen lediglich das reelle absolute Defizit—welches eine Differenz zwischen dem während der Vollzirkulation gefundenen maximalen O_2 -Gehalt und der während der darauf folgenden Stagnation in derselben Wasserschicht festgestellten Sauerstoffmenge darstellt—als ein massgebender „Zehrungsindex“ aufzufassen ist.

[Zakład Fizjologii Instytutu im. Nenckiego T. N. W.].

Anna Szejnman-Rozenberg.

O przyswajaniu żelaza w czasie rozwoju zarodkowego kurezcicia.

Sur l'assimilation du fer au cours du développement embryonnaire du poulet.

Rękopis nadesłany w dniu 2.III.1933 r.

La plupart des auteurs qui se sont occupés de l'assimilation du fer au cours du développement embryonnaire des animaux, ont effectués leurs recherches sur les Mammifères. Nous ne connaissons que les travaux de Voit ('77) et d'Iljin ('29) consacrés à l'étude du même problème chez les oiseaux. Le premier de ces auteurs déterminait la teneur en fer chez l'embryon du poulet le 19-me jour de l'incubation; le deuxième a constaté l'absence presque complète de cet élément dans le vitellus non-resorbé au moment de l'éclosion du poulet.

Nous nous sommes proposé d'étudier l'assimilation du fer par les embryons des poulets depuis les stades les plus précoces si possible, et d'analyser la part que prennent dans ce processus les membranes de l'oeuf.

On a analysé séparément les embryons et les membranes à partir de la cinquième journée de l'incubation jusqu'à la dix-neuvième. Pour transformer tout le fer à l'état minéral, on faisait fondre la substance sèche dans un creuset de platine avec du carbonate de soude et de la salpêtre. On dosait le fer par la méthode microcolorimétrique de Lorber ('27) qui permet d'apprécier le fer à partir d'une quantité supérieure à 4 γ (Tableau II).

Il résulte des tableaux III et IV et de la fig. 1, qui représente l'intensité d'assimilation du fer et de la substance sèche en fonction de la durée du développement, que l'assimilation du fer au cours du développement embryonnaire du poulet présente le

caractère ondulatoire. La courbe d'accroissements journaliers absolus dans l'embryon entier, c'est à dire dans le corps de l'embryon et dans les membranes, présente deux maxima: le premier le 12-me et le second le 18-me jour de l'incubation, et un minimum tombant entre le 15-me et le 16-me jour du développement.

Il faut signaler que l'arrêt d'assimilation du fer coïncide avec la période d'accroissements intenses de la substance sèche. Pour élucider les rapports existant entre l'assimilation des substances protéiques et celle du fer, on a eu recours aux données de Mlle S z n e r ó w n a ('21). En comparant les résultats obtenus dans le présent travail aux données de cet auteur concernant les accroissements journaliers absolus de l'azote, on constate, que la période d'assimilation ralentie du fer correspond à celle des accroissements intenses de l'azote. Selon toute vraisemblance l'embryon du poulet assimile énergiquement entre la 13-me et la 16-me journée de l'incubation, les complexes protéiques pauvres en fer, et entre la 15-me et 16-me journée presque complètement dépourvus de cet élément.

Quant à la répartition du fer dans le corps de l'embryon d'une part et dans les membranes de l'autre, on observe au fur et à mesure du développement l'enrichissement progressif du premier et l'appauvrissement des autres. Les accroissements journaliers maxima en fer dans ces deux parties de l'embryon tombent à différents moments de la première période d'assimilation.

Nous avons voulu savoir si le foie joue dans l'embryon du poulet le rôle de l'organe où s'accumulent les réserves du fer. Il résulte du tableau V que la teneur du foie en fer est à peu près pareille (en pour cent) à celle du reste de l'embryon.

Les dosages du fer effectués au moment de l'éclosion sur le poulet d'une part, et sur le reste de l'oeuf de l'autre ont montré que pendant toute la durée de l'incubation le poulet assimile 96 pour cent environ du fer contenu dans l'oeuf pondu.

W literaturze, dotyczącej procesu przyswajania żelaza w czasie rozwoju zarodkowego zwierząt, istnieje szereg badań, przeprowadzonych prawie wyłącznie na zarodkach ssaków.

Badania powyższe zostały zapoczątkowane przez Bunge'go ('89). Autor oznaczał zawartość żelaza w zarodkach świnki morskiej i królika

w kilku późniejszych momentach ciąży i stwierdził stały wzrost tego pierwiastka w badanym przez niego okresie rozwoju zarodkowego. Hougouenq (99), który oznaczał zawartość żelaza w zarodkach ludzkich, poczynawszy od 4—5 miesiąca ciąży, stwierdził dwukrotnie intensywniejsze przyswajanie żelaza w trzech ostatnich miesiącach rozwoju zarodkowego, w porównaniu z wcześniejszym okresem, oraz stałą zawartość procentową żelaza w popiele w ciągu całego rozwoju embrjonalnego. Poza Hougouenq'em — de Lange (97), Camerer i Söldner (00) oraz Brubacher (90) ogłosili luźne dane, dotyczące zawartości żelaza w zarodkach ludzkich w poszczególnych miesiącach ciąży. Guillemonat (97) w badaniach swoich stwierdził brak różnic w zawartości żelaza u zarodków różnej płci. W nowszych czasach Fontès i Thivolle (25) w badaniach nad zarodkami królików, stwierdzili, że osobniki z jednego pomiotu wykazują jednakową zawartość żelaza, oraz — że zarodki w tym samym wieku zawierają stałą ilość żelaza na jednostkę wagi świeżej.

W wyniku swoich badań, Bunge określił wątrobę zarodka ssaka, jako narząd, gromadzący zapasy żelaza. Późniejsze badania Guillemonat'a (96), Lapicque'a (96), Krügera, Meyera i Pernon (91) oraz Tedeschi (99) stwierdziły w istocie, że w związku z tworzeniem się krwi, zawartość żelaza w wątrobie zarodków jest znacznie większa, niż u zwierząt dorosłych.

Przeprowadzono również badania nad rolą śledziony w przyswajaniu tego pierwiastka w czasie rozwoju zarodkowego. Krüger, Meyer oraz Pernon stwierdzili spadek zawartości żelaza w śledzionie po narodzeniu się. Lewin (29) wykrył żelazo w śledzionie zarodka ludzkiego dopiero w 7-ym miesiącu ciąży, w dalszym okresie ciąży autor stwierdził szybki wzrost zawartości tego pierwiastka.

Zagadnieniu przyswajania żelaza w czasie rozwoju zarodkowego ptaków poświęcono znacznie mniej uwagi. W tej dziedzinie znane są nam tylko prace Voita (77) i Iljina (29). Pierwszy z wymienionych autorów oznaczał żelazo w zniesionem jajku kurzem oraz w zarodku kurczęcia w 19-ym dniu wylęgania. Autor ten wykonywał analizy masowo, biorąc do jednej analizy 8 jaj, względnie 8 zarodków.

W nowszych czasach Iljin oznaczał ilość żelaza w treści woreczka żółtkowego w chwili wyklucia kurczęcia i stwierdził prawie całkowity brak żelaza w żółtku niezresorbowanem.

W czasie przygotowania do druku niniejszej pracy dowiedziano się o badaniach Kojimy Kenzui (30). Znane są nam one tylko z „Berichte der gesammten Physiologie” (32) i z „Annual Review of Biochemistry” (33). Autor oznaczał zawartość żelaza w całym zarodku kurczęcia od 4-go do 10-go dnia rozwoju. W późniejszym okresie rozwoju oznaczał zawartość żelaza tylko w niektórych narządach zarodka i stwierdził, że ilość żelaza w wątrobie zarodka osiąga wartość maksymalną w 15-tym dniu rozwoju. Cytowane sprawozdania nie dają możności stwierdzenia, czy autor wykonywał analizy masowo, czy też na pojedynczych okazach.

Celem naszych poszukiwań było zbadanie przebiegu procesu przyswajania żelaza przez zarodki kury, począwszy od możliwie najwcześniejszych stadij rozwoju, oraz wyjaśnienie sprawy udziału błon płodowych w tym procesie.

M e t o d y k a.

Jaja do wylęgania pochodziły od kur rasy Rhode-Island. Były one wylęgane w inkubatorze, w którym temperatura wahała się od 37 do 39° C, a wilgotność utrzymywała się w granicach od 55—60%.

Analizowano oddzielnie zarodki i błony płodowe od 5-go do 19-go dnia rozwoju.

Ze względu na małe ilości żelaza w materiale badanym i trudności, związane z dokładnym oddzieleniem błon płodowych i zarodków od pozostałej zawartości jaja, opracowano dwie metody preparowania, które ponadto usuwały możliwość bądź wprowadzenia żelaza z zewnątrz, bądź też — strat jego w czasie preparowania. Pierwsza metoda polegała na tem, że

Tabela I.

Porównanie wyników oznaczania żelaza w materiale uzyskanym za pomocą dwu opisanych w tekście metod preparowania.
Comparaison des résultats du dosage de fer obtenus sur le matériel préparé par deux méthodes décrites dans le texte.

| Dzień wylęgu <i>Jour de l'incubation</i> | Sposób preparowania <i>Méthode de préparation</i> | Ciężar <i>Poids</i> | | Zawartość żelaza <i>Teneur en fer</i> | |
|---|--|--------------------------------|--|--|---|
| | | zarodka <i>de l'embryon</i> | błon płodowych <i>des membranes</i> | w zarodku <i>de l'embryon</i> | w błonach płodowych <i>des membranes</i> |
| | | g | g | γ | γ |
| 10.8 | I | 3.984 | 3.68 | 69 | 187 |
| 10.8 | II | 3.965 | 3.80 | 66 | 185 |
| 15.1 | I | 14.655 | 6.94 | 233 | 330 |
| 15.1 | II | 14.703 | 6.81 | 235 | 350 |

całkowitą zawartość jaja wrzucano, w celu skoagulowania białka, do 3% kwasu azotowego. Drugi sposób postępowania był następujący: jaje po wyjęciu z wylęgarki było chłodzone w lodzie, w przeciągu 30-tu minut, poczem wypreparowanie błon płodowych i zarodków nie nastęrczało trudności. Przy obu zabiegach naczynia i narzędzia do preparowania były uprzednio pokryte warstwą parafiny. Porównanie wyników oznaczeń żelaza w materiale, preparowanym obydwoma sposobami, zawiera tabelą I, z której wynika, że dają one jednakowe rezultaty.

W pracy mojej posługiwałam się metodą drugą, ze względu na mniejsze trudności, następujące się w czasie preparowania, zwłaszcza w późniejszych dniach wylęgania.

Oddzielone w powyższy sposób zarodki i błony płodowe były ważone osobno w stanie świeżym i po wysuszeniu do stałej wagi (początkowo na łaźni wodnej, a następnie do wagi stałej w termostacie w temp. około 105° C.). W celu otrzymania całkowitego żelaza w stanie mineralnym, substancję suchą stapiano w tyglu platynowym z mieszaniną sody i saletry (3 części wagowe azotanu potasu na 1 część sody). Stop po ostygnięciu rozpuszczano w gorącej wodzie, lekko zakwaszano kwasem siarkowym i odparowywano na łaźni wodnej do możliwie najmniejszej objętości. Po ostudzeniu roztwór przelewano do naczyń miarowych, starając się, by 1 cm³ roztworu zawierał od 4 do 8 γ żelaza.

Tabela II.

Sprawdzenie dokładności metody oznaczania małych ilości żelaza.
Vérification de la précision de la méthode de dosage de faibles quantités de fer.

| Nr. kolejny analizy No d'ordre de l'analyse | Ilość żelaza Quantité de fer | | Ilość żelaza znaleziona w % ilości żelaza, wziętej do analizy Le fer retrouvé en pour cent du fer mis dans l'échantillon à analyser % |
|--|---|-----------------------------------|---|
| | wzięta do oznaczenia mise dans l'échantillon à analyser γ | znaleziona trouvée γ | |
| 1 | 20 | 20.4 | 102.0 |
| 2 | 13 | 13.3 | 102.2 |
| 3 | 12 | 11.8 | 98.3 |
| 4 | 9 | 9.1 | 101.1 |
| 5 | 8 | 8.12 | 101.2 |
| 6 | 7 | 7.1 | 101.4 |
| 7 | 6 | 5.9 | 98.0 |
| 8 | 5 | 4.95 | 99.0 |
| 9 | 4 | 4.03 | 100.7 |
| 10 | 3 | 2.93 | 98.3 |

Żelazo oznaczano mikrokolorymetryczną metodą Lorbera (27), polegającą na otrzymywaniu barwnego związku żelaza z kwasem sulfosalicylowym. Ze względu na to, że natężenie powstającego czerwonego zabarwienia jest zależne od odczynu roztworu, roztwór alkalizowano, dodając amonjak w nadmiarze. Pod wpływem amonjaku zabarwienie roztworu przechodzi w żółte, którego intensywność jest zależna wyłącznie od stężenia żelaza w roztworze.

W próbkach badanych analizowano ilości żelaza znacznie mniejsze od oznaczanych przez autora tej metody. Okazało się bowiem, że metoda ta, o ile stosuje się spalanie, wykonywane w sposób opisany powyżej, daje możliwość oznaczania żelaza w ilości powyżej 4 γ .

W celu sprawdzenia dokładności tej metody dla małych ilości żelaza

zostały wykonane oznaczenia, których wyniki zawiera tabela II. Na oznaczenie mniejszych ilości żelaza metoda ta nie pozwala.

Ze względu na to rozpoczęto badania dopiero od 5-go dnia rozwoju kureczenia.

Część doświadczalna.

Przystępując do badań nad przyswajaniem żelaza w okresie rozwoju zarodkowego kureczenia, należało przedewszystkiem ustalić dokładnie czas trwania rozwoju. Ze względu na występowanie znacznych różnic w ciężarze zarodków, wyjętych z wylęgarki w jednakowym czasie od rozpoczęcia wylęgania, wprowadzono poprawkę na czas trwania rozwoju. W tym celu posługiwano się krzywą wzrostu zarodkowego kureczenia, ustaloną przez Byerly'ego ('31), znajdując metodą graficzną dla ciężarów ciała najszybszych zarodków, odpowiadający im wiek z dokładnością do 0.1 doby. Postępowanie to było tem uzasadnione, że wylęgające się kureczeta naszej rasy posiadały taki sam ciężar ciała, jak kureczeta badane przez Byerly'ego.

W tabeli III zostały zebrane wyniki bezpośrednich oznaczeń. Zawiera ona dane, dotyczące wieku zarodków, interpolowanego według krzywej Byerly'ego, następnie—ciężar ciała zarodka, błon płodowych i całego zarodka oraz zawartość w materiale badanym substancji suchej i żelaza.

Na podstawie danych tabeli III została ułożona tabela IV.

W celu otrzymania danych liczbowych, zawartych w tabeli IV, wykreślono krzywe, ilustrujące graficznie zależność ilości substancji suchej oraz żelaza w materiale badanym od czasu trwania rozwoju. Na interpolowanych krzywych znaleziono ilość substancji suchej oraz żelaza, odpowiadającą końcowi każdej doby rozwoju zarodkowego kureczenia. Tabela IV podaje całkowitą zawartość substancji suchej i żelaza zarówno w całym zarodku, jak i w analizowanych oddzielnie jego częściach składowych w końcu każdej doby rozwoju, oraz—bezwzględne przyrosty dobowe substancji suchej i żelaza.

Liczby, podane w tabeli IV, posłużyły do skonstruowania wykresu (rys. 1), ilustrującego zależność natężenia asymilacji żelaza w zarodku kureczenia oraz w obu częściach składowych płodu od czasu trwania rozwoju.

Tabela III.

Wyniki oznaczeń substancji suchej i żelaza w ciele i w błonach płodowych zarodków kurczęcia w okresie od 5-go do 19-ego dnia wylęgania.
Les résultats des dosages de la substance sèche et du fer dans le corps et les membranes de l'embryon du poulet entre 5-me et 19-me jour de l'incubation.

| Dzień wylęgu (poprawiony według Byerly'ego) Jour de l'incubation (corrigé d'après Byerly) | Ciężar Poids | | | Zawartość substancji suchej Substance sèche | | | Zawartość żelaza Fer | | |
|--|---|---------------------------------------|---|---|--|---|--|--|---|
| | ciężar zarodka du corps de l'embryon g | błona płodowych des membranes g | całoga zarodka de l'embryon entier g | w ciele zarodka dans le corps de l'embryon g | w błonach płodowych dans les membranes g | w całym zarodku dans l'embryon entier g | w ciele zarodka dans le corps de l'embryon γ | w błonach płodowych dans les membranes γ | w całym zarodku dans l'embryon entier γ |
| 5 | 0.278 | 0.452 | 0.730 | 0.015 | 0.121 | 0.136 | 3.6 | 19.5 | 23.1 |
| 5.8 | 0.477 | 0.824 | 1.301 | 0.020 | 0.210 | 0.230 | 5.0 | 35.6 | 40.6 |
| 6.7 | 0.817 | 0.898 | 1.715 | 0.050 | 0.250 | 0.300 | 11.3 | 50.7 | 62.0 |
| 7.1 | 1.048 | 1.625 | 2.673 | 0.053 | 0.276 | 0.329 | 15.5 | 51.3 | 66.8 |
| 7.5 | 1.158 | 1.650 | 2.808 | 0.084 | 0.287 | 0.371 | 15.4 | 56.6 | 72.0 |
| 7.7 | 1.328 | 1.681 | 3.009 | 0.071 | 0.351 | 0.422 | 17.0 | 57.6 | 74.6 |
| 8.9 | 2.020 | 2.261 | 4.281 | 0.113 | 0.461 | 0.574 | 35.0 | 76.0 | 111.0 |
| 9.2 | 2.297 | 2.310 | 4.607 | 0.144 | 0.480 | 0.624 | 37.0 | 72.0 | 109.0 |
| 9.9 | 3.029 | 2.267 | 5.296 | 0.235 | 0.464 | 0.699 | 52.0 | 71.0 | 123.0 |
| 10.0 | 3.100 | 4.630 | 7.730 | 0.250 | 0.899 | 1.149 | 55.0 | 132.0 | 187.0 |
| 10.8 | 3.984 | 3.685 | 7.669 | 0.284 | 0.854 | 1.138 | 69.0 | 187.0 | 256.0 |
| 10.8 | 3.960 | 3.800 | 7.760 | 0.254 | 0.867 | 1.121 | 66.0 | 185.0 | 250.0 |
| 11.7 | 5.300 | 4.510 | 9.810 | 0.500 | 1.100 | 1.600 | 83.0 | 184.0 | 267.0 |
| 11.9 | 5.763 | 4.720 | 10.483 | 0.606 | 1.174 | 1.780 | 90.0 | 252.0 | 342.0 |
| 12.1 | 6.523 | 5.282 | 11.805 | 0.675 | 1.217 | 1.892 | 100.0 | 280.0 | 380.0 |
| 12.7 | 7.857 | 5.825 | 13.682 | 0.712 | 1.159 | 1.871 | 110.0 | 310.0 | 420.0 |
| 12.8 | 8.000 | 5.710 | 13.710 | 0.750 | 1.181 | 1.931 | 139.0 | 295.0 | 434.0 |
| 13.1 | 8.900 | 5.650 | 14.550 | 0.920 | 1.225 | 2.145 | 190.0 | 300.0 | 490.0 |
| 13.3 | 9.750 | 5.910 | 15.660 | 1.110 | 1.220 | 2.330 | 224.0 | 300.0 | 524.0 |
| 14.3 | 12.366 | 6.010 | 18.376 | 1.434 | 1.350 | 2.784 | 230.0 | 320.0 | 550.0 |
| 15.1 | 14.656 | 6.945 | 21.601 | 1.950 | 1.590 | 3.540 | 233.0 | 320.0 | 553.0 |
| 15.1 | 14.703 | 6.810 | 21.513 | 2.074 | 1.048 | 3.554 | 235.0 | 330.0 | 565.0 |
| 16.1 | 18.356 | 6.190 | 24.546 | 2.897 | 1.462 | 4.359 | 235.0 | 330.0 | 565.0 |
| 16.3 | 18.830 | 6.700 | 25.530 | 3.078 | 1.450 | 4.528 | 246.0 | 350.0 | 596.0 |
| 17.4 | 25.350 | 6.960 | 30.250 | 4.258 | 1.550 | 5.808 | 509.0 | 364.0 | 873.0 |
| 19.0 | 28.580 | 7.000 | 35.580 | 5.666 | 1.655 | 7.321 | 689.0 | 360.0 | 1049.0 |

Tabela IV.

Przyrosty dobowe substancji suchej i żelaza, obliczone drogą interpolacji na podstawie danych tabeli III.

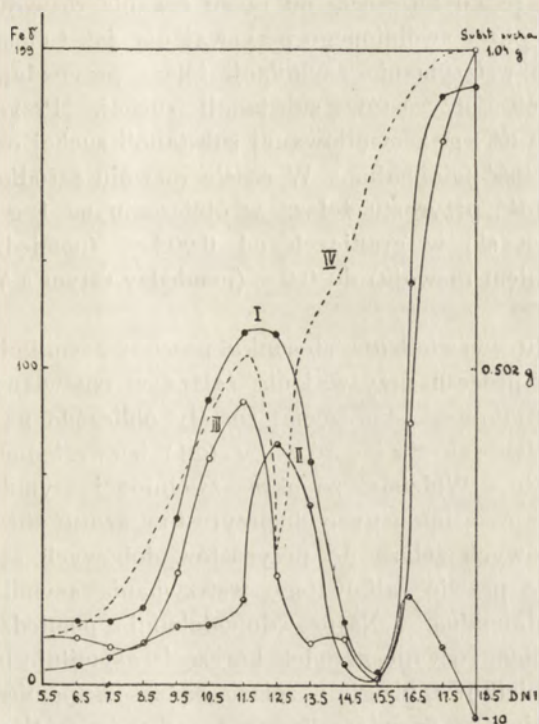
Les accroissements journaliers de la substance sèche et du fer calculés par interpolation des données représentées sur le tableau III.

| Czas, który upłynął od początku wylegania <i>Le temps écoulé à partir du commencement de l'incubation</i> dni <i>jours</i> | Cały zarodek <i>Embryon entier</i> | | | | Ciało zarodka <i>Corps de l'embryon</i> | | Błony płodowe <i>Membranes</i> | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Substancja sucha <i>Substance sèche</i> | | Żelazo <i>Fer</i> | | Całkowita zawartość żelaza <i>Quantité totale du fer</i> | Przyrost żelaza na dobę <i>Accroissement journalier du fer</i> | Całkowita zawartość żelaza <i>Quantité totale du fer</i> | Przyrost wzg. ubytek żelaza na dobę <i>Accroissement journalier (ou diminution) du fer</i> |
| | Całkowita zawartość <i>Quantité totale</i> | Przyrost na dobę <i>Accroissement journalier</i> | Całkowita zawartość <i>Quantité totale</i> | Przyrost na dobę <i>Accroissement journalier</i> | | | | |
| | | | | | g | g | γ | γ |
| 5 | 0.136 | | 23.1 | | 3.6 | | 19.5 | |
| 6 | 0.255 | 0.119 | 43 | 19.9 | 8 | 4.4 | 35 | 15.5 |
| 7 | 0.300 | 0.045 | 64 | 21 | 14 | 6 | 50 | 15 |
| 8 | 0.465 | 0.165 | 84 | 20 | 22 | 8 | 62 | 12 |
| 9 | 0.600 | 0.135 | 108 | 24 | 36 | 14 | 72 | 10 |
| 10 | 0.960 | 0.360 | 160 | 52 | 54 | 18 | 106 | 34 |
| 11 | 1.270 | 0.310 | 249 | 89 | 72 | 18 | 177 | 71 |
| 12 | 1.831 | 0.561 | 360 | 111 | 94 | 22 | 266 | 89 |
| 13 | 2.060 | 0.229 | 470 | 110 | 170 | 76 | 300 | 34 |
| 14 | 2.670 | 0.610 | 540 | 70 | 228 | 58 | 312 | 12 |
| 15 | 3.375 | 0.705 | 560 | 20 | 232 | 4 | 328 | 16 |
| 16 | 4.230 | 0.860 | 564 | 4 | 234 | 2 | 330 | 2 |
| 17 | 5.240 | 1.010 | 674 | 110 | 316 | 82 | 358 | 28 |
| 18 | 6.280 | 1.040 | 860 | 186 | 490 | 174 | 370 | 12 |
| 19 | 7.326 | 1.036 | 1049 | 189 | 689 | 199 | 360 | —10 |

Biorąc pod uwagę krzywą przyrostów dobowych żelaza w całym zarodku, możemy w czasie wylegania wyróżnić kilka okresów.

Przedewszystkiem — okres, przypadający pomiędzy 5-ym a 9-ym dniem rozwoju, charakteryzujący się nieznacznym i pra-

wie stałym natężeniem procesów przyswajania; następnie — dwa okresy wzmożonego przyswajania, występujące pomiędzy 9-ym a 13-tym oraz 16-tym a 19-tym dniem rozwoju, przyczem pomiędzy 16-tym a 19-tym dniem rozwoju przypadają maksymalne



Rys. 1. Natężenie asymilacji żelaza i substancji suchej w czasie rozwoju zarodkowego kurczęcia. Odcięta — dni wylęgu; rzędna — przyrosty dobowe żelaza (w 0.001 mg) i substancji suchej (w gramach). Krzywa przyrostów żelaza w całym zarodku (I), w ciele zarodka (II) i w błonach płodowych (III); krzywa (IV) — przyrostów substancji suchej w całym zarodku.

Fig. 1. L'intensité d'assimilation du fer et de la substance sèche au cours du développement embryonnaire du poulet. Les jours de l'incubation — en abscisses, les accroissements journaliers en fer et en substance sèche — en ordonnées. (Fer en 0.001 mgr., substance sèche en grammes). Courbe des accroissements journaliers du fer dans l'embryon entier — I; dans le corps de l'embryon — II; dans les membranes — III; courbe des accroissements journaliers de la substance sèche dans l'embryon entier — IV.

przyrosty dobowe, i wreszcie okres zwolnionego przyswajania, występujący pomiędzy 13-tym a 16-tym dniem rozwoju, w którym pomiędzy dniem 15-tym a 16-tym asymilacja żelaza zostaje prawie całkowicie wstrzymana.

Najbardziej uderzającym jest fakt występowania ostatniego z wymienionych okresów, t. j. okresu wstrzymania asymilacji.

Wydawało się niezmiernie ciekawem porównanie szybkości asymilacji żelaza z natężeniem przyswajania substancji suchej w tym okresie. Z przebiegu krzywej, oznaczonej na rysunku linią przerywaną, ilustrującej zależność natężenia asymilacji substancji suchej w zarodku kurczęcia od czasu trwania rozwoju, widzimy, że zarówno okres zwolnionego przyswajania, jak i moment prawie całkowitego wstrzymania asymilacji żelaza przypadają na okres intensywne przyrostów substancji suchej. Przyrost żelaza w obliczeniu na 1 g zasymilowanej substancji suchej osiąga w tym okresie wartość minimalną. W czasie rozwoju zarodkowego kurczęcia wartość przyrostu żelaza w obliczeniu na 1 g substancji suchej waha się w granicach od 0.002 γ (pomiędzy 15-tym a 16-tym dniem rozwoju) do 0.6 γ (pomiędzy 6-tym a 7-ym dniem rozwoju).

W celu wyświetlenia stosunku procesu asymilacji ciał białkowych do procesu przyswajania żelaza w omawianym okresie rozwoju zarodkowego kurczęcia, zostały obliczone na podstawie danych liczbowych S z n e r ó w n y (21) bezwzględne przyrosty dobowe azotu. Widzimy, że okres zwolnionej asymilacji żelaza przypada na czas intensywnych przyrostów azotu: stosunek przyrostów dobowych żelaza do przyrostów dobowych azotu osiąga w momencie prawie całkowitego wstrzymania asymilacji żelaza wartość minimalną. Najprawdopodobniej pomiędzy 13-tym a 16-tym dniem rozwoju zarodek kurczęcia asymiluje intensywnie kompleksy białkowe, ubogie w żelazo, bądź—jak pomiędzy 15-tym a 16-tym dniem — prawie całkowicie pozbawione żelaza.

Co się tyczy kwestji rozmieszczenia żelaza w dwóch badanych przez nas częściach składowych płodu, t. j. w ciele zarodka i błonach płodowych, oraz zmian w tem rozmieszczeniu w zależności od postępu rozwoju zarodkowego kurczęcia, to możemy ogólnie powiedzieć, że stosunek ilości żelaza, gromadzącego się w ciele zarodka do zawartości tego pierwiastka w błonach płodowych przesuwa się stale w miarę rozwoju na korzyść ciała zarodka. W 5-tym dniu rozwoju zawartość żelaza w błonach płodowych wynosi 84.4% całkowitej jego zawartości w całym zarodku, osiągając w 19-tym dniu wartość 34.6%.

W przebiegu krzywych dziennych przyrostów bezwzględnych żelaza w ciele zarodka i błonach płodowych można wyróżnić dwa duże okresy asymilacyjne (por. rys. 1). W pierwszym

z nich można wyróżnić w obu częściach składowych płodu kilka podokresów. Przedewszystkiem podokres o prawie stałym natężeniu procesów przyswajania, przypadający w ciele zarodka pomiędzy 5-tym a 8-ym, a w błonach płodowych — pomiędzy 5-tym a 9-tym dniem rozwoju; następnie podokres wzmoczonego przyswajania, występujący w ciele zarodka pomiędzy 8-ym a 13-tym, w błonach płodowych — pomiędzy 9-tym a 12-tym dniem rozwoju, przyczem maksymalne, w przybliżeniu równe sobie, przyrosty, przypadają w różnych momentach, a mianowicie: w ciele zarodka pomiędzy 12-tym a 13-tym, a w błonach płodowych pomiędzy 11-tym a 12-tym dniem rozwoju; wreszcie w ciele zarodka od 13-tego, w błonach płodowych od 12-tego dnia rozwoju następuje

Tabela V.

Porównanie wyników oznaczania żelaza w wątrobie i zarodku kurczęcia.
Comparaison de la teneur en fer du foie et de l'embryon entier.

| Dzień wylęgu (poprawiony według Byerly'ego) <i>Jour de l'incubation (corrigé d'après Byerly)</i> | C i ę z a r <i>P o i d s</i> | | Zawartość żelaza <i>Quantité du fer</i> | | Zawartość żelaza w 100 g. <i>Fer dans 100 gr.</i> | |
|--|------------------------------------|---------------------------|--|-------------------------|---|----------------|
| | zarodka <i>de l'embryon</i> | wątroby <i>du foie</i> | w zarodku | w wątrobie | zarodka | wątroby |
| | | | <i>dans l'embryon</i> | <i>dans le foie</i> | <i>de l'embryon</i> | <i>du foie</i> |
| | g | g | γ | γ | mg | mg |
| 16.3 | 18.83 | 0.64 | 246 | 10.3 | 1.30 | 1.60 |
| 17.4 | 23.35 | 0.77 | 509 | 18.3 | 2.10 | 2.37 |
| 19.0 | 28.58 | 0.79 | 689 | 18.4 | 2.40 | 2.33 |

podokres zwolnionego przyswajania, w którym pomiędzy 15-tym a 16-tym dniem rozwoju przyrosty dobowe żelaza w obu częściach składowych płodu osiągają wartość minimalną. W drugim głównym okresie asymilacyjnym, następującym pomiędzy 16-tym a 19-tym dniem rozwoju, przyrosty dobowe żelaza w ciele zarodka osiągają wartość maksymalną.

W związku z przytoczonymi na wstępie badaniami nad zarodkami ssaków, wydawało się nam rzeczą wskazaną sprawdzenie, czy wątroba zarodka kurczęcia pełni rolę narządu, gromadzącego zapasy żelaza. W tym celu oznaczano zawartość żelaza w wątrobie zarodka kurczęcia w kilku stadiach rozwojowych; wyniki oznaczeń podaliśmy w tabeli V. Jak wynika z tej tabeli, w której są zebrane oznaczenia żelaza w wątrobie i zarodku w 17-tym,

18-tym i 19-tym dniu rozwoju kurczęcia oraz zawartość względna tego pierwiastka, zawartość procentowa żelaza w wątrobie jest zbliżona do zawartości tego pierwiastka w zarodku.

Wobec istniejących w literaturze sprzeczności w sprawie wyzyskania żelaza, zawartego w jajku, w ciągu całego okresu wylęgania, wykonaliśmy oznaczenia tego pierwiastka w kurczęciu wyklutem, w jajku zniesionem oraz w pozostałości niezasymlowanej. Ilość żelaza niezasymlowanego wynosiła od 38 do 41 γ . Ponieważ zarodek kurczęcia w czasie rozwoju zarodkowego rozporządza przeciętnie 1.09 mg żelaza, które jest zawarte w jajku zniesionem, zatem w czasie całego okresu wylęgania asymilacji uległo około 96% żelaza.

W n i o s k i.

1°. Proces przyswajania żelaza w rozwoju zarodkowym kurczęcia posiada charakter falisty: w przebiegu krzywej dziennych przyrostów bezwzględnych w całym zarodku (t. j. w ciele zarodka wraz z błonami płodowymi) dają się wyróżnić dwa maksyma, przypadające na 12-ty i 18-ty dzień wylęgania, oraz jedno minimum, występujące między 15-tym a 16-tym dniem rozwoju, w którym przyswajanie żelaza zostaje prawie całkowicie wstrzymane.

2°. Moment wstrzymania asymilacji żelaza przypada na okres intensywnych przyrostów substancji suchej i ciał białkowych.

3°. Stosunek ilości żelaza, gromadzącego się w ciele zarodka, do zawartości tego składnika w błonach płodowych przesuwają się stale w miarę rozwoju na korzyść ciała zarodka, przyczem maksymalne przyrosty dzienne w obu częściach składowych płodu przypadają w różnych momentach pierwszego okresu asymilacyjnego.

4°. Zawartość procentowa żelaza w wątrobie jest zbliżona do zawartości tego pierwiastka w całym zarodku.

5°. W czasie całego okresu wylęgania asymilacji ulega około 96% żelaza, zawartego w jajku zniesionem.

Piśmiennictwo.

Brubacher H. 1890. Ueber den Gehalt an anorganischen Stoffen, besonders an Kalk in den Knochen und Organen normaler und rhachitischer Kinder. *Zeitschr. f. Biol.* 27 (517). Bunge G. 1889. Ueber die Aufnahme des Eisens in den Organismus des Säuglings. *Zeitschr. f. physiol. Chemie.* 13 (402). Bunge G. 1893. Ueber die Aufnahme des Eisens in den Organismus des Säuglings. (Nachtrag). *Zeitschr. f. physiol. Chem.* 17 (63). Byerly T. C. 1930. The effects of breed on the growth of the chick embryo. *J. of Morph. and Physiol.* 50 (341). Byerly T. C. 1932. Growth of the chick embryo in relation to its food supply. *J. of exper. Biol.* 9 (15). Camerer W. und Söldner D. 1900. Die chemische Zusammensetzung des Neugeborenen. *Zeitschr. f. Biol.* 39 (173), 40 (529). Fontès M. et Thivolle L. M. 1925. Sur la constance de la teneur en fer rapportée à l'unité de poids chez les foetus à terme d'une même portée. *C. R. Soc. Biol.* 93 (266). Guillemonat A. 1897. Eisengehalt von Leber und Milz beim menschlichen Fötus. *C. R. Soc. Biol.* 49 (32). Guillemonat A. et L. Lapicque. 1896. Dosage du fer dans les tissus que l'on ne peut débarrasser mécaniquement de leur sang. *C. R. Soc. Biol.* 48 (647). Hougoueneng L. 1889. Recherches sur la composition minérale de l'organisme chez le foetus humain et l'enfant. *J. de Physiol. et Pathol. Gén.* 1 (703). Iljin M. D. 1929. Untersuchungen über die Entwicklung des Hühnereies. *Zeitschr. f. Tierzucht u. Züchtungsbiol.* 14 (111). Krüger F., Meyer C., Pernon M. 1891. Ueber den Eisengehalt der Leber und Milzzellen in verschiedenen Lebensaltern. *Zeitschr. f. Biol.* 27 (439). de Lange C. C. 1897. Verglijkende asch-analyses. Inaug. Diss. Amsterdam. Lewin E. M. 1929. Zellenbestand und Eisengehalt der Milz von Föten und Neugeborenen. *Virchows Archiv* 273 (168). Sznarówna E. 1921. Recherches sur l'assimilation et la désassimilation des protéines pendant le développement du poulet. *Trav. Inst. Nencki.* 1, Nr. 3. Tedeschi A. 1899. Des variations du fer dans les organes. *J. de Physiol. et Pathol. Gén.* 1 (22). Voit C. 1877. Ueber das Verhalten der Kalkschalen der Hühnereier bei der Bebrütung. *Zeitschr. f. Biol.* 13 (518). Kojima, Kenzui. 1930. Das Eisen in normalen und pathologischen Geweben und seine biologische Bedeutung. II Mitt. Nagoya. *J. Med. Sc.* 5 (49). Cyt. wlg. Ber. über die ges. *Physiol.* 1942. 63 (614) i *Annual Rev. of Bioch.* 1933 (519).

[Zakład Morfologii Doświadczalnej Instytutu im. Nenckiego T. N. W.]

Jan Dembowski.

Reparacja domków uszkodzonych u larwy *Molanna*.

Die Köcherreparation bei der Larve von Molanna.

Rękopis nadesłany w dniu 18.II.1933 r.

An Köcherfliegenlarven *Molanna angustata* Curt. wurde die Reparation des Gehäuses nach verschiedenen Verstümmelungen untersucht. Es kamen hierbei folgende Regelmässigkeiten zur Beobachtung:

1°. Die Larve baut vorwiegend nach vorn, in der Richtung des normalen Wachstums des Köchers, unabhängig davon, wo sich die Verstümmelung befindet.

2°. Das Tier vermag jedoch das Gehäuserohr auch nach rückwärts zu verlängern (Fig. 9, 14).

3°. Es wurden wiederholt heteromorphe Bildungen beobachtet, und zwar handelte es sich sowohl um die Umkehrung der Vorn-Hintenachse (Fig. 10, 15, 16, 17) wie der Dorsoventralachse (Fig. 26).

4°. Beschädigungen vorn am Gehäuse werden leichter repariert, als Verstümmelungen hinten. Diese letzteren werden häufig nur mit Larvengespinst verdeckt (Fig. 19, 22), ohne Einfügung der Baumaterialteilchen.

5°. Die Mehrleistung des Tieres bei der Reparationsarbeit ist eine häufige Erscheinung, ebenso wie auch die Subreparation (Fig. 12 und 8).

6°. Es wurden merkwürdige „Irrtümer“ der Larve festgestellt, die darin bestehen, dass das Tier seine Reparationsarbeit aufnimmt, dann aber dieselbe plötzlich unterbricht, um das gemachte wieder abzureissen und die Reparation an dem entgegengesetzten Gehäuseende fortzusetzen (Fig. 11 und 17).

7°. Zwischen der Gehäusereparation und der tierischen Regeneration bestehen vielfache Analogien. Die Reparation erfolgt in der Richtung des normalen Wachstums des Köchers; es wird dabei nicht das Fehlende ersetzt, sondern es wird das funktionierende Ganze des Gehäuses wiederhergestellt; asymmetrische Beschädigungen werden etwas schneller ausgebessert, als symmetrische (Fig. 28 a und b); die Reparationsgeschwindigkeit nimmt mit der absoluten Grösse der Verstümmelung zu; es kommen atypische Bildungen vor, wie sie aus der Regenerationspraxis bekannt sind; die Reparation wird oft mit einer Abtragung benachbarter Teile eingeleitet; als Reparationsreiz wird die Rezeption der Verstümmelung auf taktilen Wege angesehen; es wird bei *Molanna* eine richtige Morphallaxis beobachtet, indem die Larve ihr verstümmeltes Gehäuse auch ohne fremden Baumaterial auszubessern vermag (Fig. 31a zeigt einen natürlichen Köcher mit abgetragenem Dach. Die punktierten Teile werden von der Larve abgerissen und zum Bau des Ersatzdaches, wie auf Fig. 31b, verwendet). Nur in einem Punkte versagt die Analogie: junge Larven reparieren ihre Köcher langsamer, was mit den später mitzuteilenden Beobachtungen übereinstimmt, dass die jungen Tiere weniger geschickte Bauarbeiter sind.

8°. Es wird die Wandelbarkeit und Plastizität der *Molanna*-Leistungen hervorgehoben. Eine und dieselbe Verstümmelung des Köchers kann auf recht verschiedenem Wege ausgebessert werden. So sind auf Fig. 8 bis 11 vier verschiedene Reparationstypen nach Abtragung der hinteren Köcherhälfte dargestellt. Auf Fig. 12 bis 17 sieht man 6 Reparationstypen nach Abtragung der hinteren $\frac{2}{3}$ des Gehäuses. Sämtliche anatomische und physiologische Möglichkeiten werden von der Larve ausgenutzt und ihr Verhalten in jedem Einzelfalle ist ganz unberechenbar. Als Sandbewohner ist *Molanna* niemals gezwungen etwa Morphallaxis zu treiben, indem ihr stets genügend Baumaterial zur Verfügung steht. Somit befand sich das Tier in den Morphallaxisversuchen unter neuen, der Spezies unbekanntem Bedingungen. Und doch handelte es zweckmässig, was nicht ererbt werden konnte.

9°. In Anbetracht der Plastizität der tierischen Handlungen wird mit Loeser u. A. der Begriff des tierischen Instinktes als unhaltbar erklärt.

W poprzedniej mojej pracy nad zachowaniem się larwy chróścika *Molanna angustata* Curt. wypowiedziałem przypuszczenie, iż proces reparacji uszkodzonych domków daje się sprowadzić do zasadniczo tych samych prawidłowości, jakie znamy w przypadku zwykłej regeneracji zwierzęcej. W czasie mego pobytu na Stacji Hydrobiologicznej na Wigrach ubiegłego lata miałem możność zebrania szeregu obserwacji, potwierdzających i uzupełniających tę hipotezę, a dostarczających ponadto nowych argumentów na korzyść tak aktualnej dziś sprawy plastyczności działań zwierzęcia.

Amputacji różnych części domku chróścika dokonywałem na domkach naturalnych, złożonych prawie wyłącznie z czystego piasku. Po usunięciu danego odcinka, umieszczałem larwę wraz z jej uszkodzonym domkiem na podłożu z tłuczonych skorup jajowych, które stanowiły jedyny rozporządzalny materiał budowlany. W tych warunkach nowopowstały „regenerat” odbijał bardzo jaskrawo od starych części domku, co stwarzało dogodne warunki zwłaszcza dla fotografii, którą w wielu razach musiałem się posługiwać. Gdy chodziło o operację większą, jak np. odcięcie całej połowy domku, larwy usuwałem z rurki i dopiero po dokonanych zabiegach wpuszczałem je z powrotem.

Opis doświadczeń.

Dośw. 1. Odcięcie poprzeczne połowy daszka.

Operowano w ten sposób 12 domków. Wszystkie larwy całkowicie naprawiły uszkodzenie, doprowadzając po pewnym czasie domek do normalnego wyglądu (rys. 1).

Dośw. 2. Odcięcie całego daszka.

12 operacji. W ciągu jednego dnia nastąpiła kompletna reparacja wszystkich domków (rys. 2).

Dośw. 3. Ukośna amputacja części daszka.

10 operacji. Ten typ naprawy także nie sprawia chróścikowi żadnych trudności. Wszystkie larwy doprowadziły domek do normalnego wyglądu (rys. 3).

Dośw. 4. Wycięcie trójkątnego kawałka daszka.

10 operacji. I w tym przypadku naprawa była całkowita (rys. 4).

Dośw. 5. Odcięcie całego skrzydła jednej strony.

22 operacje. Reparacja nigdy nie jest kompletna, bowiem chróścik nie odbudowuje tylnej części skrzydła. Natomiast na przodzie larwa nie tylko uzupełnia części brakujące, ale ponadto buduje ku przodowi okazały kawałek daszka, symetrycznie po obu stronach domku, i przedłuża rurkę. Nadbudowa zachodzi więc częściowo w punktach domku, nietkniętych przez operację (rys. 5).

Dośw. 6. Odcięcie obu skrzydeł bocznych.

Larwa postępuje podobnie, jak w poprzednim przypadku. Nie naprawiając tylnych części skrzydeł, *Molanna* przedłuża ku przodowi daszek i rurkę (rys. 6). Powstaje w wyniku symetryczny domek, prawie zupełnie pozbawiony skrzydeł. 22 operacje.

Dośw. 7. Usunięcie tylnego końca domku.

Samo uszkodzenie nigdy nie zostaje naprawione. Najwyżej w miejscu odcięcia larwa przytwierdza parę luźnych ziarenek, służących raczej do zamknięcia tylnego otworu rurki, niż do właściwej reparacji. Ale na przód chróścik dobudowuje odpowiedni kawałek domku: rurkę, daszek i skrzydła (rys. 7). Stopień reparacji może być bardzo różny. Niektóre larwy zadawała się przytwierdzeniem na przodzie 4—5 ziarenek, niektóre znowu wykazują reparację przesadną. Operacja usunęła najwyżej 15% długości domku, larwy zaś budują niekiedy ku przodowi prawie całkowity domek. Oba te skrajne przypadki możnaby nazwać przez analogję subreparacją i hyperreparacją. 30 operacyj.

Dośw. 8. Odcięcie tylnej połowy domku.

Po dokonanej operacji domek staje się tak krótki, że nawet maksymalnie skurczona larwa nie mieści się w nim cała. Naogół *Molanna* buduje ku przodowi, aż do osiągnięcia normalnych proporcji domku. Schemat ten wymaga jednak pewnych poprawek. Nieraz się zdarza, że chróścik dobudowuje znacznie mniej, niż zostało odcięte, dzięki czemu powstaje domek nieproporcjonalnie krótki (rys. 8). W większości przypadków reparacja jest mniej więcej proporcjonalna, ale nowe części domku, specjalnie daszek, niedokładnie pasują do części starych. Na rys. 9 widzimy inny typ reparacji. Larwa odwróciła się w domku przodem ku tyłowi, dobudowała tylną część rurki, nie troszcząc się o skrzydła, i znowu zwróciła się naprzód. Przypadek ten wskazuje, iż bynajmniej nie zawsze chróścik buduje tylko w kierunku ku przodowi.

We wszystkich opisanych przypadkach naprawiony domek zachowywał swoją pierwotną biegunowość. Nie jest to jednak bezwzględnie obowiązujące. Na rys. 10 widzimy prawdziwą „biegunową heteromorfozę”: larwa zbudowała całkowitą przednią część domku, złożoną z rurki, daszka i skrzydeł, ale skierowaną w tył. W takim domku położenie samego zwierzęcia jest również odwrócone: głowa jest skierowana ku tyłowi. Rys. 11 ilustruje jeden z typowych „błędów”, popełnianych przez chróścika. Początkowo chróścik zbudował w tył nowy daszek, a więc zaszło odwrócenie biegunowości domku. Nieco później larwa odcięła ten daszek, zwróciła się naprzód i dokonała zwykłej naprawy. Z 32 obserwowanych osobników u 5 zaszło całkowite lub częściowe odwrócenie biegunowości domku.

Dośw. 9. Usunięcie tylnych $\frac{2}{3}$ domku.

W tym przypadku sposoby naprawy są jeszcze bardziej urozmaicone. Otrzymuje się wrażenie, że *Molanna* robi użytek ze wszystkich swoich anatomicznych i fizjologicznych możliwości. Typy reparacji są następujące. W najprostszym i najradykałniejszym przypadku zwierzę używa pozostałej po operacji części domku tylko jako punktu oparcia. Na jego podstawie zostaje wybudowany zupełnie nowy, proporcjonalny domek, pozostały

zaś fragment domku starego zostaje później odcięty (rys. 12). Larwa, której zreparowany domek widzimy na rys. 13, wybudowała brakujące części domku ku przodowi, odtwarzając w przybliżeniu normalne proporcje, czyli zachowała się w sposób zwykły. Bardziej skomplikowany jest przypadek, podany na rys. 14. Zwierzę początkowo zrestytuowało tylną część rurki, potem zwróciło się naprzód, odcięło cały daszek i część rurki, wreszcie, wybudowało to wszystko na nowo. Na rys. 15 widzimy całkowitą heteromorfozę: nowoutworzona część domku jest skierowana w tył, położenie zwierzęcia w domku jest odwrócone. Jeszcze inny przypadek ukazuje rys. 16. Ku tyłowi *Molanna* zbudowała całkowity nowy daszek, ku przodowi zaś — tylną część rurki. Wynikła z tego heteromorfoza dwubiegunowa, całkowite odwrócenie osi przód—tył. Jeszcze bardziej zawile było zachowanie się larwy, której domek widzimy na rys. 17. Początkowo chróścik przystąpił do zwykłej reparacji ku przodowi, sporządził kawałek nowej rurki, zakończonej nowym daszkiem. Potem nagle kierunek pracy uległ odwróceniu. *Molanna* odcięła część nowowybudowanego daszka, zwróciła się ku tyłowi i wybudowała tam drugi całkowity daszek oraz małą część rurki. I w tym przypadku powstała dwubiegunowa heteromorfoza.

Opisałem tu tylko niektóre typy reparacji. W rzeczywistości zachowanie się zwierzęcia w tem doświadczeniu było w najwyższym stopniu zmienne i nieobliczalne. Z pośród 54 zbadanych osobników nie było dwóch, któreby rozwiązały zadanie w sposób identyczny. Z tych 12 wykazało mniej lub więcej kompletną heteromorfozę.

Dośw. 10. Usunięcie przedniej połowy domku.

Zachowanie się larw było dość jednostajne. Wszystkie 15 zreparowały domki, jedne budowały za dużo, inne za mało, ale wszystkie budowały naprzód, sporządzając kawałek rurki oraz przedłużając daszek (rys. 18).

Dośw. 11. Wycinek podłużny przedniej części grzbietu domku.

12 operacyj. Znowuż sposób naprawy jest urozmaicony. Czasem reparacja jest niekompletna: cała „rana” zostaje zasuta gęstą przędzą, ale pokryta tylko kilkoma dość luźno leżącymi ziarenkami (rys. 19). W innych przypadkach nietylko „rana” zostaje starannie załatana, ale ponadto chróścik odrywa przednią część przyległego daszka, aby zaraz potem go odbudować (rys. 20). Jeszcze inne larwy odrywają cały daszek, potem naprawiają wycięcie grzbietowe, odbudowują daszek i dodają jeden lub dwa rzędy drobnych ziarenek do przedniego brzegu rurki. Taki domek widzimy na rys. 21.

Dośw. 12. Wycinek podłużny tylnej części grzbietu domku.

W żadnym z 12 obserwowanych przypadków nie było całkowitej naprawy. Wycięcie zostaje wprawdzie szczelnie przykryte przędzą, ale brak w niem zupełnie ziarenek budulca. Często domek zostaje trochę przedłużony ku przodowi (rys. 22).

Dośw. 13. Wycięcie podłużne tylnej brzusznej ścianki domku.

We wszystkich 16 przypadkach wycięcie było pokryte przędzą i w większości przypadków tkwiły w niem także ziarenka budulca. Jed-

nak sposób ich umocowania był niezwykle. Ziarenka przykrywają „ranę”, ale nie tworzą, jak zwykle, prawidłowej mozaiki, lecz sterczą we wszystkie strony, wystając ponad powierzchnię domku (rys. 23). Niektóre larwy przedłużyły prócz tego domek ku przodowi i dodały do przedniego brzegu rurki parę rzędów drobnych ziarenek.

Dośw. 14. Wycięcie podłużne przedniej brzusznej ścianki domku.

Reparacja jest dość prawidłowa, choć nie zawsze kompletna, zwłaszcza w tylnej części „rany” (rys. 24). Większość larw przykrywa całe wycięcie cząstkami budulca, przedłużając jednocześnie daszek ku przodowi. 8 operacyj.

Dośw. 15. Okrągły otwór w środku grzbietowej ścianki domku.

Wszystkie obserwowane larwy przykryły otwór przedzą, ale tylko dwie z nich dodały do niej po parę cząstek budulca, sterczących nieprawidłowo, jak w dośw. 13 (rys. 25). Niektóre przedłużały domek naprzód. Specjalnie interesujące było zachowanie się jednej larwy. Zwierzę odcięło najpierw daszek, aż do przedniego brzegu sztucznego otworu. Potem otwór ten został całkowicie wypełniony ziarenkami i larwa zabrała się do odbudowy daszka. Jednak nie przytwierdziła go do grzbietowej ścianki rurki, jak zawsze, lecz do brzusznej. W ten sposób wklęsłość daszka była skierowana ku grzbietowi, nowy daszek zaś był przedłużeniem brzusznej ścianki rurki. Zaszło więc odwrócenie osi grzbieto-brzusznej, co jest w moich obserwacjach jedynym przypadkiem. Domek ten widzimy na rys. 26. Położenie larwy w domku było odwrócone: grzbiet zwierzęcia był zwrócony ku brzusznej ściance rurki. Operacyj tego typu wykonałem 18.

Dośw. 16. Prostokątny otwór w środku daszka.

Z 18 larw tylko dwie nie wykazały żadnej reparacji. 8 larw rozszerzyło otwór aż do brzegów daszka, niektóre z nich oderwały ponadto znaczną część daszka, co później całkowicie uzupełniły. Jeden chróścik przedłużył trochę rurkę i daszek, ale nie naprawił otworu. Wreszcie u 7 larw zaszła kompletna reparacja uszkodzenia, bez jego uprzedniego powiększenia.

Dośw. 17. Okrągły otwór w środku brzusznej ścianki domku.

Zawsze otwór zostawał przykryty przedzą oraz ziarenkami budulca. Jednak te ostatnie, podobnie jak w dośw. 13 i 15, nie tworzyły prawidłowej mozaiki. 11 operacyj.

Dośw. 18. Podanie sztucznego domku.

Prób tego typu wykonałem tylko parę. Larwy wpuściłem do kawałka rurki trzcinowej odpowiednich wymiarów i umieściłem je na podłożu ze skorup jajowych. Następnego dnia znalazłem, że wszystkie chróściki dobudowały ze skorup kawałek rurki oraz sporządziły piękny, symetryczny daszek, jak na rys. 27. W takim domku larwy przebywały tygodniami i, jak się zdaje, czuły się zupełnie dobrze.

Reparacja domku a regeneracja zwierzęca.

Opisane wyniki doświadczeń pozwalają na przeprowadzenie analogji pomiędzy temi dwoma procesami.

Zgodnie ze znaną regułą *Morgan*a - *Przibrama*, regeneracja odbywa się przeważnie w kierunku normalnego wzrostu zwierzęcia. „Wzrost” domku *Molanna* zachodzi od tyłu ku przodowi, gdyż tak właśnie postępuje jego budowa. W tym też kierunku odbywa się w przeważającej większości przypadków jego naprawa. Nawet gdy uszkodzenie dotyczyło tylnych części domku, jego naprawa postępuje naprzód.

Z podanych doświadczeń wynika następnie, że chróścik nie odbudowuje utraconych części domku, gdyż reparacja może zachodzić w punktach, nietkniętych przez operację, lecz że chróścik restytuuje całość domku. Środki, jakimi posługuje się larwa, mogą być bardzo różne. Jak widzieliśmy w doświadczeniu 9, reparacja jednego i tego samego uszkodzenia może zachodzić co najmniej sześcioma różnymi sposobami. Jednak we wszystkich przypadkach zostaje osiągnięty ten sam cel, w postaci domku, w którym chróścik może zamieszkać i który w przybliżeniu zachowuje swój normalny wygląd, posiada rurkę, daszek i skrzydła. Ale homologja tych części nie zawsze zostaje zachowana. To samo zjawisko jest regułą w przypadku regeneracji zwierzęcej, która również może przebiegać różnymi drogami, nie licząc się ani z homologją, ani ze specyficnością listków zarodkowych, a dążąc stale do odtworzenia normalnie funkcjonującej całości.

W zachowaniu się *Molanna* możemy rozpoznać następnie szereg zjawisk, dobrze znanych z praktyki regeneracyjnej, jak hyper- i subreparacja, twory podwójne, heteromorfoza biegunowa, odwrócenie osi grzbieto-brzuszej. Powstanie heteromorfozy domku zależy w znacznej mierze od wielkości usuniętej jego części, zupełnie tak samo, jak to się dzieje w przypadku regeneracji. Jeśli odciąć tylną $\frac{1}{3}$ domku, heteromorfozy niema. Po usunięciu tylnej $\frac{1}{2}$ domku, heteromorfoza zachodzi w 15% przypadków, po usunięciu zaś tylnej $\frac{2}{3}$ domku procent ten podnosi się do 22.

Było rzeczą interesującą celowo poszukiwać dalszych analogij. Jak wiadomo, w zjawiskach regeneracyjnych dużą rolę odgrywa symetria. Jeśli uszkodzenie ciała jest asymetryczne, pro-

ces regeneracyjny przebiega naogół prędzej, niż w wyniku uszkodzeń symetrycznych. Wykonałem na chróścikach dwie serje prób. W pierwszej odcinałem bądź jedno skrzydło, bądź obydwie, usiłując w obu razach zachować mniej więcej jednakowy stopień absolutnego uszkodzenia domku. Reparacja była w obu przypadkach nieznaczna, jednak po 8 godzinach 12 jednostronnie operowanych larw wykazało nieco większy absolutny przyrost skrzydeł, niż 12 osobników, operowanych symetrycznie (rys. 28a i b). W drugiej serji odcinałem ukośnie część daszka, znowuż bądź jedno, bądź obustronnie i z zachowaniem jednakowego stopnia uszkodzenia. I w tym także razie operacja asymetryczna dała nieco większy przyrost (rys. 29 a i b). Wyniki te są niekompletne, decydować mogłyby jedynie obszerne ilościowe doświadczenia. Nie mniej, dają one pewną wskazówkę orientacyjną.

Tempo procesu regeneracyjnego zależy w wysokim stopniu od wielkości uszkodzenia: im uszkodzenie jest większe, tem regeneracja przebiega szybciej. To zagadnienie może być badane na chróścikach. 7 larwom odciąłem przód daszka, 7 innym usunąłem cały daszek, aż do przedniego otworu rurki. Po około 5 godzinach tylko dwie larwy pierwszej grupy naprawiły uszkodzenie pozostałe 5 nie wykazały żadnego śladu reparacji. W drugiej grupie natomiast reparacja u 4 larw była kompletna, u 3 zaś doprowadzona mniej więcej do połowy. Stopień reparacji, mierzony liczbą wmurowanych ziarenek budulca, był w drugiej grupie znacznie wyższy. W innej serji odciąłem 7 larwom około $\frac{1}{4}$ tyłu domku, 7 innym usunąłem całą tylną połowę. Po 5 godzinach otrzymałem analogiczny wynik. W pierwszej grupie u 3 osobników nie było żadnej reparacji, dwa dalsze przytwierdziły po 2—3 ziarenka do tyłu rurki i u dwóch mogłem naliczyć po 5 do 6 ziarenek w przedniej ścianie rurki i w daszku. W drugiej grupie jednak wszystkie larwy dokonały reparacji, przytem u 4 larw była to kompletna reparacja na przodzie domku, u 3 pozostałych zaś zaszła jedno lub dwubiegunowa heteromorfoza. Istnienie wskazanej zależności jest więc zupełnie jasne.

Szybkość regeneracji zależy następnie od wieku zwierzęcia: im młodsze zwierzę, tem szybsza regeneracja. Aby to zbadać w przypadku reparacji, operowałem 50 małych domków, o wymiarach od 6.1 do 11.6 mm (przeciętnie 8.6), oraz 40 większych, o wymiarach od 18.2 do 23.8 mm (przeciętnie 21.1 mm). Wszyst-

kim odcinałem cały daszek, aż do przedniego otworu rurki. Po 12 godzinach zaszła całkowita reparacja u 29 młodych larw (58%) i u 34 starszych (85%). Młode larwy pracują zatem wolniej, co zgadza się z innymi obserwacjami, o których powiem w następnej pracy, że larwy młode są mniej zręczne i mniej szybkie w sztuce budowania. Pod tym względem reparacja domków wykazuje inną prawidłowość, niż regeneracja.

Zastanawiające są przypadki reparacji, w których larwa początkowo znacznie powiększa stopień uszkodzenia, odrywając części sąsiednie, a dopiero później zabiera się do naprawy. Sensu takiego postępowania nigdy nie mogłem zrozumieć. Być może jednak tkwi w niem głębszy organiczny sens, który staje się zrozumiałym dopiero w związku z procesami regeneracyjnymi. Wszelka regeneracja zwierzęca zaczyna się od uproszczenia, odróżnicowania, zaniku wielu przyległych do rany struktur i dopiero później rozpoczyna się właściwy proces restytucji.

Sprawa bodźca regeneracyjnego znajduje swoją analogię w bodźcu reparacyjnym. Dlaczego larwa chróścika rozpoczyna reparację? Skąd wie, że zaszło uszkodzenie domku? Można tu wysunąć kilka hipotez. Być może odczuwa ona zmniejszenie się ciężaru domku wskutek uszkodzenia? Wtedy zwraca się naprzód i buduje tam stereotypowym sposobem, niezależnie od tego, w jakim punkcie domku zaszło uszkodzenie. Jednak hipoteza ta nie wystarcza. Wycięcie małego otworu w ścianie rurki nie zmniejsza efektywnie ciężaru domku, a mimo to zachodzi reparacja. Jak widzieliśmy niejednokrotnie, larwa może doskonale lokalizować drobne nawet uszkodzenia, więc bodziec reparacyjny nie jest czemś ogólnym. W przypadkach hyper i subreparacji ciężar domku zmienia się wybitnie, a wiemy ponadto, że z materiałów o bardzo różnym ciężarze właściwym *Molanna* może wybudować domek tych samych wymiarów.

Zmienione po operacji stosunki równowagi także nie mogą być powszechną przyczyną rozpoczęcia pracy reparacyjnej, bowiem w szeregu przypadków reparacja zachodzi, jako skutek nieznačajnego i symetrycznego uszkodzenia środkowych części domku, co nie wpływa na stosunki równowagi.

Wyniki doświadczeń 11, 12, 13 i 14 pozwalają coś wnosić o naturze bodźca reparacyjnego. Wycięcie podłużne przodu domku, na grzbiecie lub brzuchu, zostaje naprawione. Natomiast

wycięcie tyłu nigdy nie prowadzi do kompletnej reparacji: bądź „rana” zostaje tylko powleczone przędzą, bądź też ziarenka budulca zostają wmurowane nieprawidłowo. Ta różnica wyników tłumaczy się niewątpliwie tem, że praca larwy nad tylnymi częściami domku jest bardzo utrudniona. *Molanna* podczas naprawy nigdy nie wychodzi z domku, pozostawiając w nim zahaczony tylny koniec swego ciała. Aby budować coś na tyłach domku, larwa musi przegiąć się całkowicie i musi pochwycić ściankę zewnętrzną domku nogami. W tem położeniu praca jest bardzo trudna i dlatego zapewne reparacja nie jest doskonała. Ale we wszystkich przypadkach larwa z a u w a ż a uszkodzenie, gdziekolwiek się ono znajduje, gdyż zawsze co najmniej zaciąga otwór przędzą. Bodziec reparacyjny jest więc zawsze obecny, ale zmienne są możliwości realizacji naprawy.

Trudno przypuścić, aby dostrzeganie wzrokowe było tym bodźcem. *Molanna* nie może dostrzec tylnej grzbietowej ścianki swego domku, gdyż w normalnych warunkach nigdy nie wysuwa się nadmiernie z domku. Prócz tego potrafi ona doskonale zreparować swój domek w ciemności, gdy możliwość widzenia jest wyłączona. Najprawdopodobniejsze wydaje się przypuszczenie, iż dostrzega ona uszkodzenie na drodze dotykowej. Ciało larwy pozostaje w stałym kontakcie ze ścianką rurki i zwierzę może doskonale odczuć, że coś w niej zostało uszkodzone. Następujące doświadczenie wskazuje, że istotnie bodziec reparacyjny jest najprawdopodobniej związany z dotykiem. Tylne części obu skrzydeł domku leżą poza zasięgiem dotyku. 30 larwom odciałem tylne połowy skrzydeł, bądź jedno, bądź też obustronnie (rys. 30 a i b). Po tygodniu żadna z larw nie wykazała nawet śladu reparacji, pomimo iż absolutne uszkodzenie domku było dość znaczne. Jeśli natomiast na tych samych domkach uszkodzić dodatkowo przednią część skrzydeł, następuje reparacja, sięgająca mniej więcej do połowy długości rurki. W pierwszym przypadku zwierzę, które normalnie wysuwa się z rurki tylko naprzód, nie mogło zauważyć uszkodzenia, w drugim natomiast zauważenie braku na przodzie pociągnęło za sobą rozpoczęcie reparacji i, wraz z nią, zauważenie uszkodzenia w tylnych częściach.

Aby uwieńczyć ten szereg analogij, pozostawało jeszcze poszukiwać u *Molanna* zjawiska morfalaksji. 17 larwom wyciąłem trójkątny kawałek daszka, poczem umieściłem chróściki pojedyn-

czo w czystej wodzie, bez jakiegokolwiek materiału budowlanego. Po dwóch dniach zmienił się wyraźnie wygląd „rany”. Jej ostry kąt wypełnił się nieco, u niektórych larw daszek uległ nieznacz-
nemu skróceniu, a po dalszych 2—3 dniach całe wycięcie zostało wypełnione wmurowanemi ziarenkami. Zwierzę odrywa więc ziarenka od domku, aby wypełnić niemi uszkodzenie, reparacja odbywa się drogą tranzlokacji materiału budowlanego.

W dalszych próbach odcinałem cały daszek domku. Z 10 operowanych larw po dwóch dniach 7 wykazało pewien stopień reparacji, a jeden domek był nawet całkowicie zrestytuowany, t. zn. posiadał proporcjonalny daszek, wybudowany oczywiście kosztem innych części domku.

Dla wyjaśnienia tych stosunków fotografowałem domki w słabem powiększeniu, następnie odcinałem daszki, pozostawiałem larwy w czystej wodzie na przeciąg jednego tygodnia, a potem fotografowałem domki raz jeszcze. Z dokładnego porównania obu fotografii można było określić pochodzenie materiału, który posłużył do reparacji. Typowy przypadek widzimy na rys. 31. Rys. 31a przedstawia rodzaj wykonanej operacji, rys. 31b — zrestytuowany domek. Części kropkowane pierwszego rysunku zostały oderwane przez chróścika i zużyte na wybudowanie nowego daszka. Proces naprawy jest w tym przypadku typową morfalakcją, odtworzeniem funkcjonującej całości drogą tranzlokacji części pozostałych.

Wszystkie podstawowe prawa, rządzące zjawiskami regeneracji, występują w przypadku reparacji domków. Tylko pod jednym względem analogja zawodzi: larwy młode reparują gorzej od starych, co stoi w związku z ogólnem doskonaleniem się instynktu z wiekiem, o czem będę mówił w pracy następnej. Analogje są zbyt różnorodne i zbyt głębokie, aby mogły być dziełem prostego przypadku, jakkolwiek nie sędzę, aby sprawa istoty tego niewątpliwego związku dojrzała już do bliższej interpretacji. W każdym razie pogłębienie naszych wiadomości o procesie reparacji domków, a specjalnie wyjaśnienie istoty bodźca reparacyjnego, może przyczynić się do poznania przyczyn i czynników regeneracji zwierzęcej. Takie podejście do zjawisk regeneracyjnych wydaje mi się obiecujące.

U w a g i o g ó l n e.

Proces naprawy uszkodzonych domków chróścików był opisywany przez niektórych autorów, jak Marshall i Vorhies ('05), Bierens de Haan ('22), Gorter ('31). Znany jest fakt, że chróściki mogą reparować uszkodzenia różnego rodzaju, że budują przytem ku przodowi, że naprawiają także uszkodzenia, nie dochodzące do brzegu domku. Nie została jednak podniesiona nadzwyczajna zmienność w postępowaniu zwierzęcia, nie zaakcentowano, że jedno i to samo uszkodzenie może zostać zreparowane kilkoma różnymi sposobami, które tyle tylko mają z sobą wspólnego, że leżą w granicach możliwości zwierzęcia i zdążają wszystkie do jednego celu: do odtworzenia domku, w którym larwa mogłaby zamieszkać. Ta nieobliczalność, powiedziałbym dowolność w działaniach zwierzęcia wskazuje na wysoki stopień plastyczności jego systemu nerwowego. Liczba możliwych działań jest tak wielka, kombinacje możliwych ruchów są tak niezmiernie liczne, że o automatyzmie w postępowaniu zwierzęcia nie może być mowy. Ciekawe, że do wniosku tego, którego wraz z wieloma innymi autorami, jak Bierens de Haan ('22), Alverdes ('24), Loeser ('30) i in., bronię od szeregu lat (Dembowski '23, '25, '26), przyłączył się ostatnio Bethé ('30), ongiś zdecydowany zwolennik automatyzmu w postępach zwierzęcia i maszynowego funkcjonowania jego układu nerwowego.

W swoich naturalnych warunkach życiowych *Molanna*, która jest typowym mieszkańcem piaskowym, nigdy nie może się znaleźć w takiej sytuacji, aby zbrakło jej materiału budowlanego. Czysta woda w szklanym krystalizatorze, to są dla chróścika warunki nowe, nieznanne jego gatunkowi. A jednak w tych nowych warunkach zwierzę postępuje celowo, potrafi doprowadzić swój uszkodzony domek do pewnej normy. Niepodobna sobie wyobrazić, aby w przyrodzie morfalakcja kiedykolwiek mogła okazać się potrzebna, i ten fakt każe nam wątpić o dziedziczeniu działania instynktownego. Słusznie twierdzi Loeser, że pojęcie instynktu jest przestarzałe i niewiele mówiące. W każdym razie ani jedna z cech, zawartych w klasycznej definicji instynktu (Ziegler '20), nie zdoła się utrzymać wobec nowoczesnej krytyki.

Streszczenie.

Larwy chróścika *Molanna angustata* Curt. naprawiają różnorodne uszkodzenia domku, wykazując w swojej pracy zasadniczo te same prawidłowości, jakie znamy w zwykłej regeneracji zwierzęcej. W szczególności proces naprawy postępuje w kierunku normalnego wzrostu domku; zwierzę nie uzupełnia części brakujących, lecz odtwarza funkcjonującą całość swego domku; szybkość reparacji wzrasta z wielkością uszkodzenia domku; uszkodzenia asymetryczne zostają naprawione nieco prędzej, niż symetryczne; w reparacji występują zjawiska, odpowiadające hyperi subregeneracji, heteromorfozie, tworom podwójnym, odwróceniu osi grzbieto-brzuszej; naprawa zostaje często poprzedzona powiększeniem uszkodzenia, co przypomina odróżnicowanie przedregeneracyjne; bodźcem reparacyjnym jest prawdopodobnie odzyskanie uszkodzenia na drodze dotykowej; w reparacji zachodzą typowe zjawiska morfalakcji. Tylko w jednym względzie analogja nie da się przeprowadzić: larwy młode reparują gorzej od starych.

Zachowanie się chróścika, zaobserwowane w 18 serjach doświadczeń, jest w wysokim stopniu zmienne i urozmaicone. Jedno i to samo uszkodzenie może zostać naprawione sześcioma różnymi sposobami. Fakty te wskazują na plastyczność działań zwierzęcia, nie poddających się wytłumaczeniu na drodze automatyzmu. Morfalakcja nigdy nie może być potrzebna w naturalnych warunkach życiowych zwierzęcia, a jej występowanie w warunkach sztucznych wskazuje na zdolność celowego reagowania zwierzęcia nawet w warunkach, całkowicie mu nieznanach.

Pojęcie instynktu należy uznać za przestarzałe.

Objaśnienie rysunków.

Na wszystkich rysunkach stara część domku jest kropkowana, w części dobudowanej zaznaczone poszczególne odłamki budulca.

Rys. 1—4. Całkowita reparacja usuniętych części daszka.

Rys. 5. Reparacja po odcięciu jednego skrzydła.

Rys. 6. Odcięcie obu skrzydeł bocznych domku.

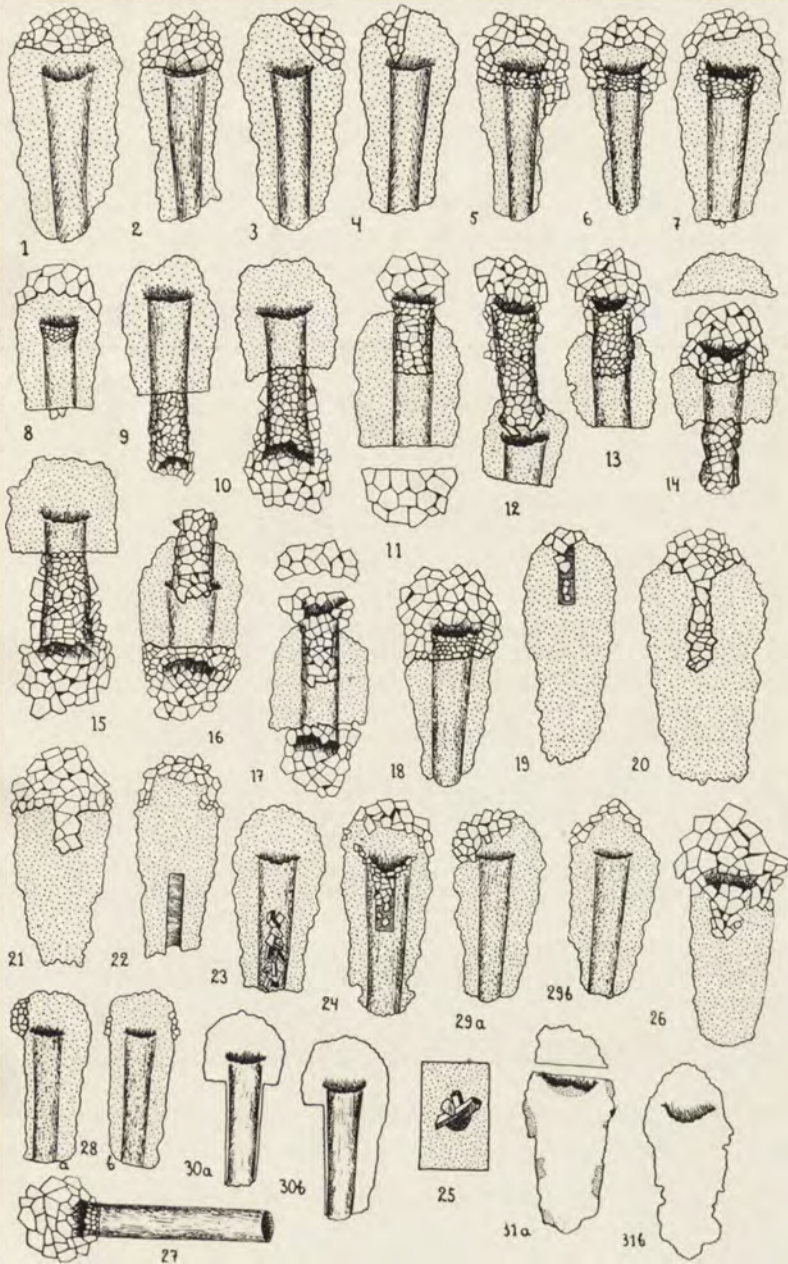
Rys. 7. Odcięcie tylnego końca domku.

Rys. 8—11. Typy reparacji po odcięciu tylnej połowy domku.

- Rys. 12—17. Typy reparacji po odcięciu tylnych $\frac{2}{3}$ domku.
 Rys. 18. Odcięcie przedniej połowy domku.
 Rys. 19—21. Reparacja po wycięciu podłużnego paska z przodu grzbietu.
 Rys. 22. Reparacja po wycięciu paska z tyłu grzbietu.
 Rys. 23. Wycięcie tyłu strony brzusznej.
 Rys. 24. Wycięcie przodu strony brzusznej.
 Rys. 25. Reparacja otworu w środku grzbietu.
 Rys. 26. Reparacja uszkodzenia grzbietowego, domek widziany od grzbietu. Odwrócenie osi grzbieto-brzusznej.
 Rys. 27. Nadbudowa ze skorup jajowych na kawałku trzciny.
 Rys. 28. Reparacja po jednostronnem (a) i obustronnem (b) odcięciu skrzydeł.
 Rys. 29. Reparacja ukośnego cięcia daszka, jedno (a) i obustronnego (b).
 Rys. 30. Operacja skrzydeł, po której niema reparacji.
 Rys. 31a. Naturalny domek piaskowy z odcięтым daszkiem. Kropkowane są części, które chróścik oderwał, aby zbudować z nich nowy morfaktyczny daszek (31b).

P i ś m i e n n i c t w o .

- Alverdes F. 1924. Ueber Reflexe, Instinkt- und Verstandestätigkeiten. Zool. Anz. 60 (293).
 Bethe A. 1930. Studien über die Plastizität des Nervensystems. I. Mitt. Arachnoideen und Crustaceen. Pflüg. Arch. ges. Physiol. 224 (793).
 Bethe A. und E. Woitas. II. Mitt. Coleopteren und Käfer. Ibid. (820).
 Bierens de Haan J. A. 1922. Ueber den Bauinstinkt einer Köcherlarve (*Limnophilus marmoratus* Curt.). Bijdr. Dierk. 22.
 Dembowski J. 1923. Studja eksperymentalno-biologiczne nad larwą chróścika *Molanna angustata* Curt. Prace Inst. im. Nenckiego. Nr. 30 (4).
 Dembowski J. 1925. Badania doświadczalne nad zachowaniem się kraba *Dromia vulgaris* M. E. Cz. 1, 2 i 3. Prace Inst. im. Nenckiego, NNr. 40, 42 i 45.
 Dembowski J. 1926. Notes on the Behavior of the Fiddler Crab. Biol. Bull. Woods Hole. 50 (179).
 Gorter F. J. 1931. Köcherbauversuche an Trichopterenlarven. Z. Morphol. u. Oekol. d. Tiere. 20 (443).
 Loeser J. A. 1930. Die Unhaltbarkeit des tierischen Instinktbegriffs. Sitzungsber. Ges. naturforsch. Freunde Berlin, 1/3 (1).
 Loeser J. A. 1930. Zur Unhaltbarkeit des Instinkts. Ibid. 4/7 (163).
 Marshall W. S. and C. T. Vorhies. 1905. The Repair and Rebuilding of the Larval Case of *Platyphylax Designatus* Walk. Biol. Bull. Woods Hole 9 (232).
 Ziegler H. E. 1920. Der Begriff des Instinktes einst und jetzt. Jena. 3 Aufl.



[Zakład Fizjologii Instytutu im. Nenckiego T. N. W.].

N. Balzam.

**Badania nad przemianą materji i energii w rozwoju owadów.
II. Stosunek produkcji cieplnej do procesów oddechowych
w czasie rozwoju pozarodkowego owadów (*Lymantria dispar* L.
i *Bombyx mori* L.).**

*Untersuchungen über den Stoff- und Energiewechsel in der Entwicklung der Insekten. II. Das Verhältnis zwischen der Wärme-
produktion und den respiratorischen Vorgängen während der
postembryonalen Entwicklung der Insekten (*Lymantria dispar* L.
und *Bombyx mori* L.).*

Rękopis nadesłany w dniu 10. III. 1933 r.

Es wird in der vorliegenden Arbeit versucht das Verhältnis zwischen der Wärmeproduktion und dem Gasaustausch der Insekten während der Wachstums-, Häutungs- und Metamorphoseperioden zu erforschen. Die Versuche wurden an in Zimmertemperatur gezüchteten Raupen und Puppen des Schwammspinners (*Lymantria dispar* L.) und des Seidenspinners (*Bombyx mori* L.) ausgeführt. Die Wärmeproduktion wurde mittels dem adiabatischen Mikrokalorimeter (Świętosłowski '27 und '31) bestimmt. Die Genauigkeit der mikrokalorimetrischen Messungen illustrieren die Bestimmungen der Jouleschen Wärme, die durch einen kleinen elektrischen Heizofen ausgeschieden wurde (Tab. I). Zur Untersuchung des Gasaustausches wurde der Wintersteinsche Mikrorespirometer verwendet. Da der kalorische Wert des Sauerstoffes nur mittelbar aus zwei ungleichzeitigen Messungen erschlossen wurde, hat sich als notwendig erwiesen nachzuprüfen, ob der Stoffwechsel der untersuchten Objekte konstant genug ist. Zu diesem Zweck haben wir einige Versuche ausgeführt, in welchen während drei bis fünf Stunden die Volumunterschiede zwischen dem verbrauchten Sauerstoff und

der ausgeschiedenen Kohlensäure bestimmt wurden. Diese Untersuchungen zeigten (v. Tab. II), dass die Puppen des Schwammspinners und des Seidenspinners während eines dreistündigen Aufenthalts in einem hermetisch verschlossenen Apparat von ca. 29 ccm Inhalt keine wahrnehmbare Respirationstörungen erweisen. Die Raupen jedoch zeigten nach einer von der Grösse des Tieres abhängigen Zeitspanne eine bedeutende Steigerung des Gasaustausches. Aus diesen Gründen mussten wir auf grössere Raupen (über einen Gramm Gewicht) verzichten und die Dauer der kalorimetrischen Messungen womöglich einschränken. Die Ergebnisse der Messungen sind in drei Tabellen dargestellt. Tabelle III enthält die die Raupen betreffenden Zahlen. Eine Ergänzung dieser Tabelle bildet die Zusammenstellung der RQ — Werte der wachsenden Raupen (Tab. IV). Die Tabelle V umfasst die Puppenperiode.

Die wichtigsten Ergebnisse sind folgende:

1°. Die Raupen des Schwammspinners und des Seidenspinners zeigen während des Wachstums einen sehr grossen kalorischen Wert des Sauerstoffes (bis 5.6) neben den verhältnismässig kleinen RQ (bis 0.77).

2°. Während der Häutung (es wurde die dritte Häutung des Seidenspinners und die vierte Häutung des Schwammspinners untersucht) erfolgt eine Verminderung des kalorischen Wertes des Sauerstoffes (sogar unter 4.0).

3°. Der kalorische Wert des Sauerstoffes ist während der Puppenperiode beinahe um die Hälfte niedriger, als während der Entwicklung der Raupen. Die Kurve des kalorischen Wertes des Sauerstoffes zeigt die Gestalt eines V; anfangs fällt sie bis zu einem Minimum (2.3), das bedeutend niedriger als die Häutungsminima ist, dann wächst sie bis zur Anfangsnorm der Puppenperiode (3.2). Das Minimum des kalorischen Wertes des Sauerstoffes fällt etwa vor die Mitte der Puppenperiode.

4. Die Kurve der kalorischen Sauerstoffwerte während der Metamorphose erinnert an die Kurve dieser Werte während der Häutungsperiode. Die Metamorphose und die Häutungsperiode bilden in dieser Hinsicht den Gegensatz zu den Perioden des intensiven Wachstums.

Badania poprzednich autorów (Luciani i Lo Monaco '97, Białaszewicz '33) nad przemianą materji i energii w rozwoju owadów stwierdziły, że przebieg natężenia wymiany gazowej i produkcji ciepłej w okresach wylinek larwalnych ujawnia znaczne podobieństwo do przebiegu tych procesów w stadium poczwarki (Sosnowski '03, Weinland '05, Krogh '14, Heller '28). Fakt ten nasunął przypuszczenie, że również pod względem charakteru procesów termochemicznych zachodzą w tych dwóch okresach życia daleko idące analogje. Poszukiwania niniejsze zostały przedsięwzięte w celu wyjaśnienia tej kwestji drogą określenia stosunku między produkcją ciepłą a wymianą gazową zwierzęcia. Wyszliśmy bowiem z założenia, że ustalenie kierunku i wielkości zmian współczynnika kalorycznego gazów oddechowych w okresach snu larwalnego i metamorfozy da nam możność bliższego podejścia do interesującego nas zagadnienia.

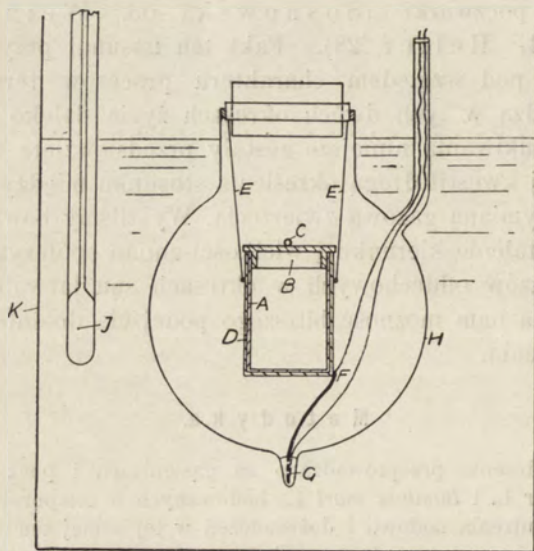
M e t o d y k a .

Doświadczenia przeprowadzono na gąsienicach i poczwarkach *Lymantria dispar* L. i *Bombyx mori* L., hodowanych w temperaturze pokojowej. Z prowadzenia hodowli i doświadczeń w tej samej temperaturze byliśmy zmuszeni zrezygnować ze względu na znaczne trudności techniczne prowadzenia pomiaru kalorymetrycznego w określonej temperaturze.

Produkcję ciepłą oznaczano zapomocą mikrokalorymetru adiabatycznego Świętosławskiego ('27, '31). Właściwy kalorymetr (rys. 1), w którym umieszczano badane zwierzęta, w naszym przyrządzie stanowiło srebrne walcowate naczynko (A), objętości około 30 cm³, składające się z cylindra i przykrywki (B), zaopatrzonej w wystający brzeg wewnętrzny, wysokości 5 mm. Naczynko kalorymetryczne zamykano hermetycznie, wciskając brzeg przykrywki, nieznacznie posmarowany trudnotopliwym smarem, do wnętrza cylindra. Podczas pomiarów naczynko mieściło się w dokładnie przylegającej pochewce (D), zawieszonyj na trzech nitkach jedwabnych (E) w szklanym płaszczu zewnętrznym (H). Małe uszko srebrne (C), przylutowane do przykrywki, służyło do wkładania i wyjmowania naczynka z pochewki. Pojemność ciepła naczynka wraz z pochewką wynosiła 4.49 gcal.

Do ściany pochewki przylutowane było jedno spojenie termoogniwa miedziano-konstantanowego (F), drugie zaś (G) było osadzone, jak w oryginalnym opisie kalorymetru, w stopie Wooda, wypełniającym dolne wypuklenie w płaszczu szklanym (H). Druty termoogniwa, zarówno miedziane, jak konstantanowe, były izolowane jedwabiem i miały średnicę 0.1 mm (miedziane) i 0.2 mm (konstantanowe). Temperaturę płaszcza wodnego kalorymetru, równą temperaturze naczynka, utrzymywano za

pomocą grzejnika elektrycznego, połączonego z opornicą, i silnego mieszadła powietrznego. Produkcję ciepłą Q obliczano ze wzoru $Q = K\Delta t$, gdzie K oznacza pojemność ciepłą naczynka kalometrycznego, a Δt przyrost temperatury w czasie pomiaru, zanotowany na termometrze rtęciowym (podzielonym na setne części stopnia), zanurzonym w płaszczu wodnym.



Rys 1. Mikrokalorimetr adiabatyczny Świętosławskiego. Naczynko kalometryczne (A), zaopatrzone w pokrywkę (B), znajduje się wewnątrz pochwki (D), zawieszonej na trzech nitkach jedwabnych (E) w płaszczu szklanym (H). Uszko (C) na przykrywce służy do wyciągnięcia naczynka z pochwki. Jedno spojenie (F) termoelementu miedziano-konstantanowego jest przylutowane do ściany pochwki, drugie (G) — wpuszczone w stop Wooda, wypełniający dolne wypuklenie w płaszczu szklanym (H). Płaszcz szklany (H) i termometr (I) znajdują się w zbiorniku (K), wypełnionym wodą.

Fig. 1. Das adiabatische Mikrokalorimeter von Świętosławski. Das kalorimetrische Gefäßchen (A) mit einem Deckel (B) versehen, findet sich in der Scheide (D), welche auf drei Seidenfäden (E) im Glasmantel (H) aufgehängt ist. Das Ohr (C) am Deckel dient zum Herausnehmen des Gefäßchens. Eine Lötstelle (F) des Thermoelements (Kupfer-Konstantan) ist an die Wand der Scheide gelötet, die andere (G) befindet sich im Wood'schen Metall, mit welchem die untere Vertiefung des Glasmantels gefüllt ist. Der Glasmantel (H) und der Thermometer (I) befinden sich in dem mit Wasser gefüllten Kessel (K).

Pomiary, dotyczące dokładności mikrokalorimetru, zebrano w tabeli I. Mamy tu wyniki pomiarów ciepła, wywiązanego w ogrzewaczu elektrycznym, porównane z ciepłem, obliczonym ze wzoru $Q = 0,24 i^2 r t$.

Widzimy, że w granicach od 0.31 do 2.56 gcal na godzinę, to znaczy — w granicach, obejmujących krańcowe ilości ciepła, produkowane przez zwierzęta w naszych doświadczeniach, błąd pomiarów wynosi maksimum 6.4%. Ponieważ większa część pomiarów, wykonanych przez nas, leży w pobliżu optimum działania kalorymetru, odpowiadającego przy-

rostowi temperatury 0.3° na godzinę, czyli produkcji ciepła—około 1.5 gcal na godzinę, osiągnięta dokładność była prawdopodobnie znacznie większa. Odnosi się to do poczwerek, ponieważ nieregularność produkcji ciepła, spowodowana zapewne przez ruchy zwierzęcia, zmniejsza dokładność wyników, osiągniętych na gąsienicach. Wielkość błędu, wpływającego z tego źródła, jest oczywiście trudna do oceny.

Błąd, popełniany przy obliczaniu pojemności cieplnej zwierzęcia, może mieć pewne znaczenie tylko wtedy, gdy chodzi o objekty większe, o dużej pojemności cieplnej w stosunku do pojemności cieplnej naczynka kalorymetrycznego. Za przeciętne ciepło właściwe ciała gąsienic i poczwerek przyjęliśmy 0.83 gcal/g (B a c h m e t j e w '02).

Tabela I.

Sprawdzanie kalorymetru zapomocą pomiarów ciepła Joule'a.
Prüfung des Kalorimeters mittels den Messungen der Jouleschen Wärme.

| Równoważnik ciepły kalorymetru <i>Wärmewert des Kalorimeters</i> | Natężenie prądu <i>Stromstärke</i> | Ciepło obliczone <i>Wärme ber.</i> | Ciepło znalezione <i>Wärme gef.</i> | Przyrost temperatury <i>Temperatur- zuwachs</i> | $\frac{Q_1}{Q} \cdot 100$ |
|--|---------------------------------------|--|---|---|---------------------------|
| K gcal | i amp | $Q=0.24 \cdot 7.40 i^2 t$ gcal | $Q_1=K \cdot \Delta t$ gcal | $\frac{\Delta t}{h}$ °C | % |
| 5.10 | 0.0098 | 0.63 | 0.61 | 0.120 | 96.9 |
| " | 0.0200 | 2.56 | 2.44 | 0.478 | 95.3 |
| 4.86 | 0.0098 | 0.63 | 0.61 | 0.125 | 96.9 |
| " | 0.0098 | 0.63 | 0.625 | 0.129 | 99.2 |
| " | 0.0070 | 0.31 | 0.33 | 0.068 | 106.4 |
| " | 0 0150 | 1.43 | 1.42 | 0.292 | 99.3 |
| " | 0.0098 | 0.63 | 0.645 | 0.133 | 102.4 |

Badane zwierzę ważono, następnie umieszczano je w woreczku z cienkiego muślinu, woreczek zawiązywano nitką, zwilżano wodą i wprowadzano do naczynka kalorymetrycznego, zawierającego pasek bibuły, nasyconej wodą. Naczynko z objektem zamykano przykrywką, ważono (dla oznaczenia masy wprowadzonej wody) i wpuszczano do pochwki. Po dokładnem wyrównaniu temperatury naczynka i płaszcza wodnego mikrokalorymetru, trwającym zwykle około jednej godziny, rozpoczynano pomiar, notując co pewien czas, zwykle co 15 min., temperaturę kalorymetru. Po upływie godziny pomiar kończono, otwierano naczynko kalorymetryczne i przenoszono zwierzę w woreczku do aparatu oddechowego, uzgadniając poprzednio z dokładnością do 0.2°C temperaturę termostatu wodnego, w którym wykonywano pomiar oddechowy, z średnią temperaturą pomiaru kalorymetrycznego.

W pomiarach oddechowych posługiwano się mikrorespirometrem Wintersteina ('12). Pojemność każdego zbiornika naszego przyrządu wynosiła około 29 cm^3 . Rurka manometryczna obejmowała 120 podziałek, łącznej pojemności 147.3 mm^3 . Położenie słupa rtęci, zamykającego od dołu rurkę manometryczną, odczytywano zapomocą lupy z dokładnością

do pół podziałki. Zużycie tlenu oznaczano bezpośrednio, umieszczając w obu zbiornikach 4% NaOH i notując zmianę objętości gazu w naczynku, zawierającym zwierzę. Odczytane objętości gazu redukowano do wartości normalnych.

Po ukończonym pomiarze zużycia tlenu gąsienice przenoszono z powietrem do słoików, w których prowadzono hodowlę, a poczwarki poddawano pomiarowi produkcji dwutlenku węgla. Ze względu na obawę przed zbyt niemiernym przemęceniem i wygłodzeniem zwierząt gąsienic nie poddawano

Tabela II.

Wpływ czasu trwania pomiaru i rosnącej zawartości CO₂ w powietrzu na intensywność oddychania poczwarek i gąsienic Bombyx mori.

Einfluss des Dauers der Messung und der Häufung der Kohlensäure auf die Respirationsstärke-

| Czas od początku doświadczenia <i>Zeit seit dem Versuchsbeginn</i> min | Gąsienica <i>Raupe</i> O ₂ -CO ₂ mm ³ /min | Poczwarka <i>Puppe</i> O ₂ -CO ₂ mm ³ /min |
|--|--|--|
| 20—45 | — | 2.04 |
| 38—68 | 4.33 | — |
| 73—103 | 4.41 | — |
| 104—149 | — | 2.04 |
| 107—137 | 4.61 | — |
| 140—165 | 4.82 | — |
| 155—200 | 4.68 | 2.04 |
| 198—218 | 4.73 | — |
| 220—240 | 5.03 | — |
| 242—262 | 5.60 | — |
| 264—284 | 5.02 | — |
| 303—348 | — | 1.98 |
| <i>Ciężar ciała Körpergewicht</i> | 1.10 g | 1.33 g |
| O ₂ /h | 0.960 cm ³ | 0.330 cm ³ |
| RQ | 0.73 | 0.63 |
| Temperatura | 20.6 °C | 20.4 °C |

już pomiarom produkcji CO₂, natomiast wykonano kilka odpowiednich doświadczeń na innych okazach, na których w danym dniu nie przeprowadzono pomiaru kalorymetrycznego.

Produkcję CO₂ oznaczano pośrednio, z różnicy zachodzącej w jedynakowym czasie zmiany objętości powietrza w naczynku doświadczalnym w obecności i nieobecności łągu. Ten sposób postępowania opiera się na założeniu, że natężenie wymiany gazowej w niejednoczesnych pomiarach zużycia O₂ i zmiany objętości O₂-CO₂ jest stałe. Sprawdzenie słuszności tego założenia wymagało osobnych doświadczeń, tembardziej, że w literaturze znajdujemy dane, kwestjonujące ten sposób postępowania w stosun-

ku do niektórych owadów (Heller '28). Autor ten stwierdził, że poczwarki *Deilephila euphorbiae* w atmosferze nagromadzającego się CO₂ w naczynku respiracyjnym wykazują silny wzrost zużycia tlenu, przez co zwiększa się różnica O₂—CO₂ i pozornie maleje iloraz oddechowy. Zagadnienie powyższe było dla nas ważne jeszcze z tego względu, że także współczynnik kaloryczny tlenu oznaczaliśmy drogą pośrednią na podstawie dwóch niejednoczesnych doświadczeń.

Podczas pomiaru kalorymetrycznego zwierzęta znajdowały się w atmosferze nagromadzającego się CO₂ w warunkach analogicznych do doświadczeń, w których mierzono różnicę objętości O₂—CO₂. Z wykonanych przez nas doświadczeń, w których mierzyliśmy w ciągu kilku godzin co pewien czas różnicę objętości pomiędzy pobranym tlenem i wydzielonym dwutlenkiem węgla, wynika, że poczwarki *Lymantria dispar* L. i *Bombyx mori* L. w ciągu 3 godzin przebywania w zamkniętym aparacie pojemności 29 cm³ nie wykazują żadnych zaburzeń w jednostajności oddychania, natomiast gąsienice po upływie pewnego czasu, zależnego od rozmiarów obiektu, ujawniają duży wzrost natężenia zużycia tlenu. Wobec tego musieliśmy się ograniczyć do gąsienic, nie przekraczających wagi 1 grama, i prowadzić pomiar kalorymetryczny możliwie krótko. Wyniki doświadczeń nad jednostajnością wymiany gazowej w atmosferze stale nagromadzającego się CO₂ ilustruje tabela II.

Część doświadczalna.

Wyniki pomiarów zebrane są w trzech tabelach. Tabela III zawiera dane, odnoszące się do gąsienic nieparki i jedwabnika w czasie wzrostu; uzupełnieniem jej jest tabela IV, w której mamy wyniki kilku doświadczeń, mających na celu ustalenie wielkości ilorazu oddechowego rosnących gąsienic. Tabela V odnosi się do okresu poczwarkowego.

Tabela III przedstawia wyniki jednej z przeprowadzonych seryj pomiarów, dokonywanych codziennie na gąsienicy nieparki i co drugi dzień — na gąsienicy jedwabnika. W pomiarach, dotyczących gąsienicy nieparki, dni 7, 8 i 9 czerwca przypadają na okres wylinki, połączony z zahamowaniem wzrostu; odpowiednie ciężary ciała gąsienicy wynoszą 0.22 g, 0.25 g i 0.26 g. Od dnia 10.VI rozpoczyna się okres wzrostu. W ciągu 24 godzin od dnia 9.VI do 10.VI gąsienica zwiększyła ciężar ciała od 0.26 g do 0.36 g, to jest o 0.10 g.

Zarówno natężenie przemiany materji i energii, jak i wysokość współczynnika kalorycznego tlenu zależy od okresu życia gąsienicy. W temperaturze 17° C, w której zwykle były doko-

Tabela III.

Spółczynnik kaloryczny tienu gąsienic *Lymantria dispar* L. i *Bombyx mori* L.
Kalorischer Wert des Sauerstoffes der Raupen Lymantria dispar L. und *Bombyx mori* L.

| Gatunek zwierzęcia <i>Tierart</i> | Data <i>Datum</i> | Ciężar ciała <i>Körpergewicht</i> | Zużycie tienu <i>Sauerstoffverbrauch</i> | | | Produkcja ciepła <i>Wärmeproduktion</i> | | | Spółczynnik kaloryczny tienu <i>Kalorischer Wert des Sauerstoffes</i> | U w a g i <i>Bemerkungen</i> |
|--------------------------------------|------------------------|--------------------------------------|--|--|--|--|--|--|--|---------------------------------|
| | | | Czas trwania pomiaru <i>Dauer der Messung</i> | Średnia temperatura w czasie pomiaru <i>Durchschnittstemperatur während der Messung</i> | Średnia temperatura w czasie pomiaru i gram żywej wagi <i>Durchschnittstemperatur während der Messung</i> | Zużycie O ² na godzinę i gram żywej wagi <i>Sauerstoffverbrauch per Gramm und Stunde</i> | Czas trwania pomiaru <i>Dauer der Messung</i> | Średnia temperatura w czasie pomiaru <i>Durchschnittstemperatur während der Messung</i> | | |
| | | g | min | °C | cm ³ | min | °C | gcal | | |
| <i>Lymantria dispar</i> L. № 1 ° | 6/VI | 0.230 | 45 | 19.3 | 0.55 | 60 | 19.3 | 3.1 | 5.6 | |
| | 7/VI | 0.220 | 30 | 18.1 | (0.38) | 60 | 18.2 | 2.6 | (6.8) | |
| | 8/VI | 0.250 | 30 | 18.3 | 0.51 | 60 | 18.4 | 1.8 | 3.5 | |
| | 9/VI | 0.263 | 40 | 19.0 | (0.66) | 60 | 18.9 | 1.5 | (2.9) | |
| | 10/VI | 0.364 | 40 | 19.1 | 0.40 | 60 | 19.1 | 2.2 | 5.6 | |
| | 11/VI | 0.421 | 30 | 18.1 | 0.49 | 60 | 18.1 | 2.3 | 4.8 | |
| | 12/VI | 0.513 | 20 | 18.3 | 0.58 | 60 | 18.2 | 2.8 | 4.8 | |
| | 13/VI | 0.530 | 22 | 20.1 | 0.53 | 30 | 20.0 | 2.8 | 5.3 | |
| | 14/VI | 0.581 | 15 | 21.0 | 0.51 | 50 | 21.2 | 2.8 | 5.6 | |
| | 15/VI | 0.597 | | | | | | | | |
| | 16/VI | 0.611 | 23 | 18.1 | (0.39) | 33 | 17.8 | 2.5 | 6.3 | |
| | <i>Bombyx mori</i> № 1 | 20/VI | 0.278 | 40 | 19.5 | 0.61 | 60 | 19.7 | 3.1 | 5.1 |
| | | 22/VI | 0.530 | 30 | 17.1 | 0.40 | 30 | 17.3 | 1.9 | 5.1 |
| | | 24/VI | 0.811 | 14 | 18.5 | (0.59) | 60 | 18.6 | 2.0 | (3.3) |
| | | 26/VI | 0.806 | 52 | 17.3 | 0.36 | 60 | 17.3 | 1.5 | 4.2 |
| | | 27/VI | 0.734 | 38 | 17.5 | 0.50 | 60 | 17.5 | 2.7 | 5.3 |

nywane pomiary, produkcja ciepła, obliczona na godzinę i gram żywej wagi, wynosi w okresie wzrostu około 2.8 gcal. Jednocześnie notowaliśmy bardzo wysoki współczynnik kaloryczny tlenu, wahający się od 4.8 do 5.6¹⁾. Odpowiednie wielkości u gąsienicy jedwabnika wynosiły 5.1 do 5.3. Ciekawą jest rzeczą, że wysoki współczynnik kaloryczny tlenu w czasie wzrostu łączy się z dość niskim ilorazem oddechowym, jak to widzimy z tabeli IV, w której zebrano wyniki kilku oznaczeń ilorazu oddechowego na gąsienicach nieparki i jedwabnika w czasie wzrostu. Znalezione wartości wahają się od 0.70 do 0.77.

Tabela IV.

Iloraz oddechowy rosnących gąsienic *Lymantria dispar* L. i *Bombyx mori* L.
Respiratorischer Quotient der wachsenden Raupen *Lymantria dispar* L. und *Bombyx mori* L.

| Gatunek zwierzęcia <i>Tierart</i> | Numer gąsienicy <i>Nummer der Raupe</i> | Ciężar ciała <i>Körpergewicht</i> g | Średnia temperatura w czasie pomiaru <i>Durchschnittstemperatur während der Messung</i> °C | Czas trwania pomiaru O ₂ -CO ₂ <i>Dauer der Messung</i> O ₂ -CO ₂ min | Czas trwania pomiaru zużycia tlenu <i>Dauer der Messung des Sauerstoffverbrauches</i> min | Zużycie tlenu na godz. i gr. żywej wagi <i>Sauerstoffverbrauch pro Gramm und Stunde</i> cm ³ | RQ |
|--------------------------------------|--|---|--|--|---|---|------|
| <i>Lymantria dispar</i> L. | 3 | 1.15 | 18.3 | 47 | 30 | 0.64 | 0.77 |
| | 8 | 0.30 | 18.5 | 40 | 45 | 0.45 | 0.76 |
| <i>Bombyx mori</i> L. | 3 | 0.52 | 23.8 | 36 | 40 | 0.86 | 0.70 |
| | 3 | 0.67 | 23.0 | 20 | 20 | 0.86 | 0.74 |
| | 4 | 0.58 | 23.5 | 31 | 40 | 0.63 | 0.73 |
| | 5 | 0.52 | 23.4 | 20 | 20 | 0.70 | 0.71 |

W okresie zahamowania wzrostu, związanego z wylinką, produkcja ciepła spada znacznie (Białaszewicz '33); najniższe wartości, notowane w naszych doświadczeniach u nieparki i jedwabnika, wynosiły 1.5 gcal na godzinę i gram żywej wagi, a więc prawie dwa razy mniej, niż w okresie wzrostu.

¹⁾ Liczbę 6.3, znaną dnia 16.VI, uważamy za rezultat błędów doświadczenia ze względu na zbyt daleko in minus odbiegającą od przeciętnej wartość zużycia tlenu na godzinę (0.38 cm³). Podobnie jest z liczbą z dnia 7.VI.

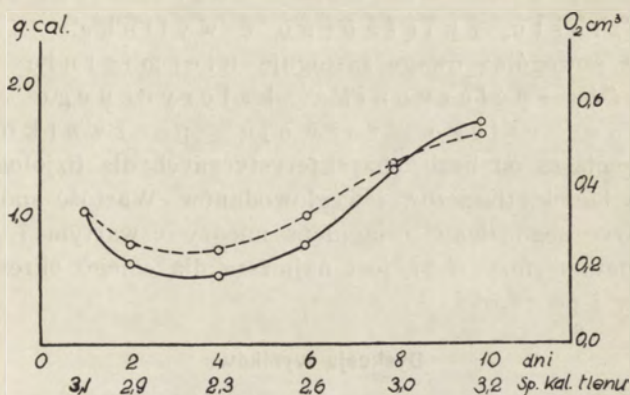
Tabela V.

Spółczynnik kaloryczny tlenu i iloraz oddechowy poczwarek *Lymantria dispar* L. i *Bombyx mori* L.
Der kalorische Wert des Sauerstoffes und der respiratorische Quotient der Puppen Lymantria dispar L. und Bombyx mori L.

| Gatunek zwierzęcia <i>Tierart</i> | Dzień po zapoczwarczeniu <i>Tage nach der Verpuppung</i> | Ciężar ciała <i>Körpergewicht</i> | Zużycie tlenu <i>Sauerstoffverbrauch</i> | | | Produkcja ciepła <i>Wärmeproduktion</i> | | | Spółczynnik kaloryczny tlenu <i>Kalorischer Wert des Sauerstoffes</i> | RQ | |
|--------------------------------------|---|--------------------------------------|--|---|--|--|---|--|--|------|------|
| | | | Czas trwania pomiaru <i>Dauer Messung</i> | Średnia temperatura w czasie pomiaru <i>Durchschnitts-temperatur während der Messung</i> | Zużycie O ₂ na godz. i gram żywej wagi <i>Sauerstoffverbrauch pro Gramm und Stunde</i> | Czas trwania pomiaru <i>Dauer Messung</i> | Średnia temperatura w czasie pomiaru <i>Durchschnitts-temperatur während der Messung</i> | Produkcja ciepła na godzinę i gram żywej wagi <i>Wärmeproduktion pro Gramm und Stunde</i> | | | |
| | | g | min | °C | cm ³ | min | °C | geal | | | |
| <i>Lymantria dispar</i> L. ♀ | 1 | 1.730 | 36 | 23.0 | 0.33 | 60 | 23.0 | 1.03 | 3.1 | 0.61 | |
| | 2 | 1.703 | 30 | 23.2 | 0.25 | 60 | 23.3 | 0.72 | 2.9 | 0.62 | |
| | 4 | 1.646 | 45 | 22.2 | 0.24 | 60 | 22.2 | 0.55 | 2.3 | 0.63 | |
| | 6 | 1.588 | 40 | 22.6 | 0.32 | 60 | 22.5 | 0.84 | 2.6 | 0.57 | |
| | 8 | 1.508 | 40 | 22.0 | 0.44 | 60 | 21.9 | 1.33 | 3.0 | 0.55 | |
| | 10 | 1.411 | 20 | 23.0 | 0.53 | 40 | 23.0 | 1.70 | 3.2 | 0.63 | |
| | 12 | 1.160 | | | | | | | | | |
| | Dzień wylęgu motyla <i>Tagd.Ausschl. d. Fallers</i> | | | | | | | | | | |
| | <i>Bombyx mori</i> L. | 1 | 1.575 | 48 | 22.0 | 0.30 | 60 | 22.0 | 0.86 | 2.9 | 0.63 |
| | | 2 | 1.570 | 55 | 23.4 | 0.24 | 60 | 23.4 | 0.70 | 2.9 | 0.64 |
| | | 4 | 1.550 | 46 | 23.0 | 0.20 | 55 | 23.1 | 0.47 | 2.3 | |

Zużycie tlenu na godzinę i gram żywej wagi zmniejsza się znacznie mniej wyraźnie, niż produkcja ciepła. Skutkiem tego daje się zauważyć znaczny spadek wartości współczynnika kalorycznego tlenu, nawet poniżej 4.0.

Tabela V odnosi się do rozwoju poczwarkowego. Pierwsza część tabeli zawiera dane, uzyskane na poczwarcie samicy nieparuki, poczynawszy od dnia zapoczwarczenia aż do dnia wylęgu motyla. W części drugiej dla porównania umieszczono liczby z trzech pomiarów, wykonanych na poczwarcie jedwabnika.



Rys. 2. Poczwarka *Lymantria dispar* L. ♀. Wykres przedstawia produkcję ciepła (linia ciągła) i zużycie tlenu (linia przerywana), obliczone na godzinę i gram żywej wagi. Obok dni podano odpowiednie wartości kaloryczne tlenu. Ciężar ciała w tym czasie maleje od 1.73 do 1.41 g.

Die Puppe von Lymantria dispar L. ♀. Das Diagramm stellt die Wärmeproduktion (ununterbrochene Linie) und den Sauerstoffverbrauch (unterbrochene Linie) der Puppe pro Gramm und Stunde dar. Unten — Tage und den Tagen entsprechende kalorische Werte des Sauerstoffes. Das Gewicht der Puppe vermindert sich während dieser Zeit von 1.73 bis 1.41 g.

U poczwarki nieparuki ciężar ciała ulega stałemu spadkowi, od 1.73 g w dniu zapoczwarczenia do 1.16 g w dniu wylęgu motyla. Zużycie tlenu i produkcja ciepła na godzinę i gram żywej wagi wykazują zmiany bardzo ciekawe i prawidłowe. W pierwszych dniach metamorfozy obserwujemy wyraźny spadek natężenia produkcji cieplnej i wymiany gazowej. Minimum zostaje osiągnięte między czwartym a szóstym dniem metamorfozy. Obniżenie natężenia produkcji cieplnej jest wyraźnie większe, niż spadek zużycia tlenu, skutkiem czego współczynnik kaloryczny tle-

nu, będący wyrazem stosunku natężenia produkcji cieplnej do zużycia tlenu, zmniejsza się, przechodząc stopniowo od wartości 3.1 — na początku okresu poczwarkowego, do 2.3 w czwartym dniu metamorfozy, poczem następuje razem ze wzrostem produkcji ciepła i zużycia tlenu powrót wielkości współczynnika kalorycznego tlenu do normy pierwotnej (3.2).

Widzimy, że ogólny charakter zmian współczynnika kalorycznego tlenu oraz natężenia zużycia tlenu i produkcji ciepła podczas metamorfozy jest zbliżony do przebiegu zmian tych wielkości podczas zahamowania wzrostu, związanego z wylinką.

Na szczególną uwagę zasługuje niezmiernie niska wartość współczynnika kalorycznego tlenu podczas całego rozwoju poczwarkowego, znacznie niższa od liczb, charakterystycznych dla fizjologicznego spalania białek, tłuszczów i węglowodanów. Wartość współczynnika kalorycznego tlenu, osiągnięta między czwartym i szóstym dniem metamorfozy (2.3), jest najniższa dla całego okresu życia gąsienicy i poczwarki.

Dyskusja wyników.

Wyjaśnienie stwierdzonych faktów i powiązanie ich ze zjawiskami chemicznymi, zachodzącymi w organizmie owadów, wydaje się nam zagadnieniem bardzo trudnym.

Przedewszystkiem — należałoby wytłumaczyć zjawisko wysokiej wartości współczynnika kalorycznego tlenu podczas wzrostu. Wartości, otrzymane w naszych doświadczeniach, w wielu przypadkach przewyższały liczbę 5.1, maksymalną dla fizjologicznego spalania węglowodanów w organizmie zwierzęcym. Początkowo sądziliśmy, że pewne znaczenie w tych zjawiskach mogą mieć procesy przebudowy węglowodanów na tłuszcze, zaoszczędzające zwierzęciu znaczne ilości tlenu, jednak to przypuszczenie musieliśmy odrzucić ze względu na stosunkowo niski iloraz oddechowy rosnących gąsienic. Przebudowa węglowodanów na tłuszcze łączy się zawsze z wysoką wartością ilorazu oddechowego, często przekraczającą 1.0 (Bleibtreu '01, Pilewiczówna '25).

Mamy wrażenie, że poszukiwany efekt — podwyższenie wartości współczynnika kalorycznego tlenu bez podwyższenia ilorazu

oddechowego—mogłyby dać tylko jakieś reakcje beztlenowe, wiążące znaczne ilości ciepła, a nieskojarzone ze znaczniejszem odszczepianiem CO_2 . Być może, są to reakcje beztlenowego rozpadu węglowodanów.

Równie wielkie trudności nasuwa wytlumaczenie niezmiernie niskiego współczynnika kalorycznego tlenu podczas metamorfozy. Wszystkie reakcje tlenowe, zarówno spalania, jak i przebudowy, np. przebudowa tłuszczów na węglowodany, według przyjętych wzorów przebiegają z dużym efektem cieplnym, charakteryzującym się współczynnikiem kalorycznym tlenu od 4.0 do 5.1, więc nie mogą tłumaczyć obniżenia wartości współczynnika kalorycznego tlenu do liczby 2.3, notowanej w naszych doświadczeniach. Pozostałaby możliwość występowania w organizmie owadów podczas metamorfozy jakichś reakcyj endotermicznych. Ze względu na to, że obniżenie współczynnika kalorycznego tlenu zachodzi w organizmie owadów nie tylko podczas metamorfozy, ale i podczas wylinek, w dalszej analizie tych zjawisk należałoby uwzględnić dwa procesy, wspólne tym okresom życia zwierzęcia i odróżniające je chemicznie od okresów wzrostu. Mamy na myśli histolizę tkanek i powstawanie chityny (Kellner '84, Weinland '05).

Streszczenie wyników.

1°. Gąsienice brudnicy nieparki i jedwabnika wykazują podczas wzrostu duży współczynnik kaloryczny tlenu (do 5.6) przy stosunkowo niskim ilorazie oddechowym (do 0.77).

2°. Podczas wylinek (badana była trzecia wylinka jedwabnika i czwarta wylinka brudnicy nieparki) następuje spadek wartości współczynnika kalorycznego tlenu poniżej 4.0.

3°. Współczynnik kaloryczny tlenu podczas rozwoju poczwarkowego jest prawie dwa razy niższy, niż w czasie rozwoju larwalnego. Krzywa wartości współczynnika kalorycznego tlenu posiada kształt litery U, najpierw opadając do minimum (2.3), znacznie niższego od minimum wylinkowych, a później wzrastając do normy, charakterystycznej dla początku okresu poczwarkowego (3.2). Minimum wartości współczynnika kalorycznego tlenu przypada nieco przed środkiem okresu poczwarkowego.

4°. Kierunek zmian wartości współczynnika kalorycznego

tlenu podczas metamorfozy jest podobny do zmian tego spólczynnika, jakie zachodzą podczas zahamowania wzrostu, związanego z wylinką. Ze względu na zachowanie się spólczynnika kalorycznego tlenu okresom wylinek i metamorfozy możemy przeciwstawić okresy intensywnego wzrostu gąsienicy.

P i ś m i e n n i c t w o .

Bachmetjew P. 1902. Kalorimetriscne Messungen an Schmetterlingspuppen. Zeitschr. f. wiss. Zool. 71 (550). Białaszewicz K. 1933. Recherches sur le métabolisme chimique et énergetique au cours du développement des Insectes. I. Thermogénèse pendant la période de croissance larvaire et pendant la metamorphose de *Lymantria dispar* L. Arch. intern. de Physiol. 37 (1). Bleibtreu M. Fettmast und respiratorischer Quotient. Arch. f. ges. Physiol. 85 (345). Farkas K. 1903. Ueber den Energieumsatz des Seidenspinners während der Entwicklung im Ei und während der Metamorphose. Arch. f. ges. Physiol. 98 (480). Heller J. 1928. Badania nad przeobrażeniem owadów. Acta Biol. Experimentalis. 2 (225). Kellner O. 1884. Chemische Untersuchungen über die Entwicklung und Ernährung des Seidenspinners. Landwirtsch. Versuchsstationen. 30 (59). Krogh A. 1914a. On the rate of development and CO₂-production of chrysalides of *Tenebrio molitor* at different temperatures. Zeitschr. f. allgem. Physiol. 16 (178). Krogh A. 1914b. Ein Mikrorespirationsapparat und einige damit ausgeführte Versuche über die Temperaturstoffwechselkurve von Insektenpuppen. Bioch. Zeitschr. 62 (266). Luciani L. et Lo Monaco D. 1895. Sur les phénomènes respiratoires des larves du ver-à-soie. Arch. ital. de Biol. 23 (424). Luciani L. et Piutti A. 1897. L'accroissement progressif en poids et en azote de la larve du ver-à-soie par rapport à l'alimentation necessaire dans les ages successifs. Arch. ital. de Biol. 27 (340). Pilewiczówna M. 1925. Przyczynek do badań nad wymianą gazową u owadów w stanie głodu i odżywiania. Prace Instytutu im. Nenckiego, Nr. 39. Sosnowski J. 1903. Przyczynek do fizjologii rozwoju much. Rozpr. Akad. Umiej. w Krakowie. 42. (365). Świętosławski W., Rybicka S. i Sołodkowska W. 1931. O mikrokalorymetrze adiabatycznym, przystosowanym do pomiarów ciepła właściwego substancyj stałych i ciekłych. Roczniki Chemji. 11 (65). Weinland E. 1905. Ueber die Stoffumsetzungen während der Metamorphose der Fleischfliege. Zeitschr. f. Biol. 47 (232). Winterstein H. 1912. Ein Apparat zur Mikroblutgasanalyse und Mikrorespirometrie. Bioch. Zeitschr. 46 (440).

[Zakład Fizjologii Instytutu im. Nenckiego T. N. W. i Stacja Morska na Helu].

M. Bogucki.

**O regulowaniu składu mineralnego krwi u raka rzeczno-
(*Astacus fluviatilis* L.).**

*Sur la régulation de la composition minérale du sang chez
l'écrevisse (*Astacus fluviatilis* L.).*

Rękopis nadestany w dniu 13.III.1933 r.

Le présent travail était entrepris afin de vérifier, si les Invertébrés possèdent la faculté de régler la composition minérale de leur hémolymphe. Comme l'objet de ces recherches on a choisi l'écrevisse, animal qui, d'après le travail de M-lle H e r r m a n n (31) supporte bien le milieu marin hypertonique.

On a constaté que la composition minérale du sérum de l'écrevisse diffère de celle de l'eau douce non seulement par la concentration supérieure des sels, mais aussi par les rapports quantitatifs des différents composés minéraux (tableau I).

L'hémolymphe des animaux transférés dans le milieu marin devient de plus en plus concentrée à mesure que la concentration du milieu augmente, et en conséquence le rapport entre la teneur en différents composés minéraux de l'hémolymphe et celle du milieu approche de l'unité.

On a constaté en outre que la quantité relative des différents composants minéraux de l'hémolymphe, correspondant à 100 gr. Cl, reste la même chez les animaux provenant d'eau douce que chez ceux qui séjournèrent un temps prolongé (1 mois) dans l'eau de mer à 50%. Ce fait nous prouve que dans l'organisme de l'écrevisse se produit une régulation chimique permettant à l'animal de conserver invariables les rapports quantitatifs entre les composés minéraux de son hémolymphe malgré les variations considérables que subit à cet égard le milieu ambiant.

Les écrevisses mises dans le milieu hypertonique ne perdent pas de l'eau comme le prouve le poids constant de leur corps. Néanmoins dans l'intérieur de l'organisme de l'animal se produisent les déplacements de l'eau à la suite desquelles la quantité d'eau contenue dans les muscles diminue à mesure que la concentration du milieu devient plus grande (tableau V).

Z prac Duvala ('25), Schliepera ('29), Hermannówny ('31) i Boguckiego ('32) wynika, że zarówno słodkowodne bezkręgowce, jak i wiele morskich posiadają mniej lub więcej wyraźną zdolność regulowania ciśnienia osmotycznego krwi.

Analiza składników mineralnych krwi bezkręgowców wskazuje nadto, że stosunek wzajemny składników mineralnych we krwi jest inny, niż w otaczającym środowisku (Macallum '03, '10, Bethe i Berger '31, Białaszewicz '30, Bogucki '32). Fakt ten sam przez się nasuwa przypuszczenie, że bezkręgowce posiadają nie tylko zdolność regulowania ciśnienia osmotycznego cieczy ciała, lecz również posiadają mechanizm, pozwalający im utrzymać odmienny, niż w otoczeniu, stosunek ilościowy poszczególnych składników mineralnych krwi.

Zadaniem pracy niniejszej jest próba stwierdzenia słuszności powyższego przypuszczenia na drodze doświadczalnej.

Materiał i metody.

Przy wyborze obiektu do zamierzonych doświadczeń kierowałem się tem, by badany organizm posiadał dostatecznie szeroką skalę osmoregulacyjną, oraz aby był odporny na zmiany, zachodzące w składzie chemicznym środowiska. Warunkom tym, na podstawie badań Hermannówny ('31), odpowiadał w zupełności rak rzeczny (*Astacus fluviatilis* L.), którego też użyłem do niniejszych doświadczeń.

W toku swych doświadczeń stwierdziłem słuszność spostrzeżeń Hermannówny. Rak rzeczny, wbrew dotychczasowym poglądom, znosi dobrze nawet dość duże stężenie wody morskiej (66%). W wodzie morskiej rozcieńczonej do połowy rak rzeczny wytrzymuje do 3 miesięcy.

W doświadczeniach moich raki trzymane były w różnych stężeniach wody morskiej sztucznej, przygotowywanej według zmodyfikowanego przepisu Mc Clendona ('17). Na litr wody morskiej brałem: NaCl —

28.27 g, KCl — 0.763 g, CaCl₂ — 1.22 g, MgCl₂ — 5.105 g, MgSO₄ — 7.035, NaBr — 0.08 g, NaHCO₃ — 0.21 g.

W wybranych odstępach czasu brana była z raków krew i w niej oznaczano składniki mineralne. Analizy wykonywane były następującymi metodami: potas — metodą Kramera i Tisdalla ('21), sód — metodą Barrenschena i Messiner ('27), wapń — metodą de Waarda ('19), zmodyfikowaną przez Hechta ('23), magnez — metodą Kramera i Tisdalla ('21), skombinowaną z metodą Briggsa ('22), według wskazówek Białaszewicza ('26), chlor — metodą Whitehorna ('21).

Zaznaczyć należy, że w przeciwieństwie do raków, żyjących w wodzie słodkiej raki, pozostające czas jakiś w wodzie morskiej nawet o nieznacznym stężeniu ($S = 7\text{‰}$), posiadają krew niekrzepnącą. Krew przed użyciem jej do analiz była odbiałczana 10-procentowym kwasem trójchlo-rooctowym w stosunku 1 : 1.

Skład mineralny krwi raka z wody słodkiej.

Wobec wybitnej krzepliwości krwi raków, żyjących w warunkach normalnych, używana była do analizy składu mineralnego hemolimfy surowica, która oddziela się po kilku godzinach od skrzepu. Wyniki analiz przedstawione są w tabeli I, zawierającej jednocześnie analizę wody wodociągowej, w której trzymane były zwierzęta. Liczby dotyczące składu wody, podaję, według nieogłoszonych danych S. Kuczkowskiego.

Tabela I.

Skład mineralny surowicy raka (*Astacus fluviatilis*) w mg/cm³.
Composition minérale du sérum de l'écrevisse provenant de l'eau douce en mgr/cm³.

| | Cl | Ca | Mg | Na | K |
|-------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| surowica sérum | 6.21 | 0.48 | 0.06 | 3.49 | 0.11 |
| woda eau | 0.017 | 0.059 | 0.006 | 0.015 | 0.003 |

Pomijając ilości absolutne poszczególnych składników, które w surowicy raka są wielokroć razy większe, niż w otaczającej wodzie, należy podkreślić odmienne ustosunkowanie się wzajemne analizowanych jonów w tych dwu cieczach. Jeśli przyjmiemy ilości chloru, znalezione w wodzie i surowicy za 100, to ilości względne metali jedno- i dwuwartościowych w porównywanych cieczach wyrażą się, jak następuje:

| | Cl | Ca | Mg | Na | K |
|----------|-----|------|------|-------|------|
| Surowica | 100 | 7.73 | 0.97 | 56.19 | 1.77 |
| Woda | 100 | 335 | 34 | 84 | 15.6 |

Tak odmienne ustosunkowanie się tych samych składników mineralnych we krwi i wodzie wskazuje na daleko posuniętą niezależność składu krwi raka od otaczającego środowiska.

Część doświadczalna.

Celem zbadania zmian, jakim ulega skład mineralny krwi raka, przeniesionego do środowiska o wyższym stężeniu soli i innym, niż w wodzie słodkiej, ustosunkowaniu się składników mineralnych, używałem wody morskiej sztucznej, przygotowanej według uproszczonego przepisu *McClendon*a (17).

Raki przeniesione do wody morskiej nierozcieńczonej żyły krótko, bo kilka dni zaledwie, w stanie odrętwienia. W wodzie morskiej rozcieńczonej żyły znacznie dłużej: w 66 procentowej 1 miesiąc, w 50-procentowej do 3 miesięcy.

W tabeli II przedstawione są wyniki analiz krwi raków, trzymanyh po miesiącu w różnych stężeniach wody morskiej.

Tabela II.

Skład mineralny krwi raków, trzymanyh 31 dni w różnych stężeniach wody morskiej.
Composition minérale du sang des écrevisses séjournant 31 jours dans les différentes concentrations de l'eau de mer.

| Rodzaj środowiska | | Cl | Ca | Mg | Na | K |
|---|-------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| woda morska <i>eau de mer</i> 66% | a) krew — <i>sang</i> | 14.18 | 0.96 | 0.28 | — | 0.56 |
| | b) środowisko — <i>milieu</i> | 13.20 | 0.29 | 0.57 | 7.46 | 0.26 |
| woda morska <i>eau de mer</i> 50% | a) krew — <i>sang</i> | 11.10 | 0.50 | 0.12 | 5.91 | 0.25 |
| | b) środowisko — <i>milieu</i> | 10.00 | 0.22 | 0.43 | 5.68 | 0.20 |
| woda morska <i>eau de mer</i> 20% | a) krew — <i>sang</i> | 7.8 | 0.39 | 0.09 | — | — |
| | b) środowisko — <i>milieu</i> | 4.0 | 0.09 | 0.17 | 2.27 | 0.08 |
| woda słodka <i>eau douce</i> | a) krew — <i>sang</i> | 6.21 | 0.48 | 0.06 | 3.49 | 0.12 |
| | b) środowisko — <i>milieu</i> | 0.017 | 0.059 | 0.006 | 0.015 | 0.003 |

Z porównania liczb, zawartych w tabeli II, wynika, że w miarę zwiększania się stężenia poszczególnych jonów w środowisku

wzrasta również ich stężenie we krwi raka, ale znacznie słabiej, niż dzieje się to w środowisku. Krew raków z 50 procentowej wody morskiej zawiera około 2 razy więcej chloru, magnezu, sodu i potasu, niż krew raka z wody słodkiej, gdy w tem rozcieńczeniu wody morskiej stężenie chloru jest 588 razy, sodu — 378 razy, magnezu — 72 razy i potasu — 70 razy większe, niż w wodzie słodkiej.

Wynikiem tego nierównomiernego wzrostu stężeń elektrolitów we krwi i w środowisku jest to, że stężenia ich stopniowo wyrównują się w miarę zwiększania się stężenia w środowisku. Tabela III przedstawia nam, w jakim kierunku zmienia się stosunek stężenia poszczególnych jonów we krwi do ich stężenia w środowisku w miarę, jak wzrasta stężenie tego ostatniego.

Tabela III.

Stosunek stężenia poszczególnych jonów krwi do ich stężenia w środowisku.

Rapport entre la concentration des ions du sang et celle du milieu.

| | Woda słodka <i>eau douce</i> | Woda morska — <i>eau de mer</i> | | |
|----|---------------------------------|---------------------------------|------|------|
| | | 20% | 50% | 66% |
| Cl | 365 | 1.95 | 1.11 | 1.07 |
| Ca | 8 | 4.3 | 2.3 | — |
| Mg | 10 | 0.53 | 0.28 | 0.49 |
| Na | 233 | — | 1.04 | — |
| K | 37 | — | 1.25 | 2.15 |

Liczby tej tabeli wskazują, że stosunek stężenia poszczególnych jonów we krwi i w środowisku maleje w miarę, jak stężenie środowiska zwiększa się, zbliżając się do jedności. Fakt ten znajduje swój wyraz w pomiarach krioskopowych Hermann ó w n y ('31), która stwierdziła, że krew raka przeniesionego do środowiska morskiego odpowiedniej koncentracji staje się izotoniczna z tem środowiskiem. Z pośród zbadanych jonów jeden magnez zachowuje się inaczej, niż inne jony krwi. Gdy u raka z wody słodkiej stężenie magnezu we krwi jest 10-ciokrotnie większe, niż w środowisku, to w krwi raka, przeniesionego do środowiska morskiego, stosunek Mg krwi/Mg wody staje się mniejszy od jedności, podobnie, jak u organizmów morskich.

Na podstawie danych tabeli II dokonano obliczenia względnego stężenia badanych jonów krwi, przyjmując stężenie chloru za 100. Wyniki tego obliczenia w odniesieniu do krwi raka z wody słodkiej i z 50-cioprocentowej wody morskiej przedstawione są w tabeli IV.

Tabela IV.

Ilość poszczególnych składników krwi raka, przypadające na 100 g chloru w g.
Quantité des différents composants minéraux du sang de l'écrevisse correspondant à 100 gr. Cl en gr.

| | Rak z wody słodkiej <i>Animal provenant de l'eau douce</i> | Rak z 50% wody morskiej <i>Animal provenant de l'eau de mer à 50%</i> |
|----|---|--|
| Cl | 100 | 100 |
| Ca | 7.7 | 4.5 |
| Mg | 1.0 | 1.0 |
| Na | 56.2 | 53.2 |
| K | 2.0 | 2.2 |

Jak z tych liczb wynika, na 100 g chloru we krwi raka przypadają jednakowe ilości metali jedno- i dwuzasadowych niezależnie od tego, czy zwierzę żyło w wodzie słodkiej, czy w rozcieńczonej do połowy wodzie morskiej. Ta stałość ustosunkowania się wzajemnego jonów we krwi raków, pochodzących z dwu porównywanych środowisk, jest tem więcej uderzająca, że środowiska te różnią się nie tylko ogólnym stężeniem soli, ale jednocześnie odmiennym ustosunkowaniem elementów składowych. Gdy bowiem w wodzie słodkiej na 100 g chloru przypada: 335 g Ca, 34 g Mg, 84 g Na i 17 g K, to w wodzie morskiej stu gramom Cl odpowiada: 2.2 g Ca, 4.3 g Mg, 56.6 g Na i 2.0 g K.

Przytoczone powyżej fakty przemawiają za tem, że organizm raka posiada nie tylko zdolność regulowania ogólnej koncentracji soli w hemolimfie, ale jednocześnie posiada zdolność regulowania jej składu mineralnego, dzięki czemu skład ten jest w pewnych granicach niezależny od zmian zachodzących w otoczeniu.

Nie jest możliwem dzisiaj sprecyzować, jakie procesy wchodzi w grę, których wynikiem jest stwierdzone tu zjawisko che-

moregulacji. Przyjmując, że powierzchnie chłonne organizmu raka są nieprzepuszczalne dla rozpuszczonych w wodzie elektrolitów, możnaby zjawisko chemoregulacji objaśnić utratą wody przez organizm pod wpływem hipertoniczności środowiska. Tłumaczenie takie zgadzałoby się zarówno z faktem wzrastania ciśnienia osmotycznego krwi raka pod wpływem stężenia soli w środowisku, jak i z faktem zachowania się niezmiennego ustosunkowania się elektrolitów krwi pomimo przeniesienia zwierzęcia do zmienionego pod względem chemicznym środowiska. Takie tłumaczenie omawianego zjawiska sprzeciwiają się jednak spostrzeżenia *Hermannów*, które miałem sposobność potwierdzić w ciągu niniejszych badań. Okazuje się mianowicie, że raki przeniesione do hipertonicznego środowiska, jakim jest 50-cio procentowa woda morska, nie tracą na wadze, jakby to powinno dziać się, gdyby stężenie krwi odbywało się wyłącznie na zasadzie osmozy. Należy przypuścić, że zjawisko chemoregulacji jest znacznie więcej złożone. Jeżeli wyłączymy ze swych rozważań nieprzepuszczalność powierzchni ciała dla elektrolitów, to utrzymanie niezmiennego stosunku wzajemnego poszczególnych jonów we krwi pomimo zachodzących różnic w składzie środowiska może być skutkiem następujących przyczyn: 1) niejednakowej przepuszczalności powierzchni chłonnych organizmu dla różnych składników, rozpuszczonych w wodzie, 2) czynności wydalniczej gruczołów czulkowych, 3) absorpcji pewnych składników krwi przez tkanki organizmu.

Który z tych czynników odgrywa większą, który zaś mniejszą rolę w procesie regulacji chemicznej krwi raka, czy na proces ten nie wpływają inne, nieuwzględnione tutaj czynniki — oto pytanie, na które dzisiaj nie mamy jeszcze odpowiedzi.

Przyczynkiem, rzucającym pewne światło na zmiany, zachodzące w organizmie raka, przeniesionego z wody słodkiej do wody morskiej, są spostrzeżenia, dotyczące uwodnienia tkanki mięsnej w różnych stężeniach wody morskiej. Tabela V zawiera dane co do procentowej zawartości wody w mięśniach odwłoku raków, trzymanych w różnych środowiskach.

Jak widzimy, w miarę wzrastania stężenia środowiska i krwi ilość wody w tkance mięsnej maleje. Wskazuje to, że w organizmie raka, przeniesionego do wody morskiej, aczkolwiek ogólna ilość wody pozostaje bez zmiany, jak na to wskazuje brak ubytku na

Tabela V.

Zawartość wody w mięśniach raka w %% wagi mokrej.
Quantité d'eau dans les muscles de l'écrevisse en %% du poids humide.

| Środowisko <i>Milieu</i> | | % wody |
|----------------------------------|------|--------|
| Woda słodka <i>Eau douce</i> | | 84 |
| Woda morską <i>Eau de mer</i> | 20% | 83.6 |
| | 50% | 79.3 |
| | 66% | 76.2 |
| | 100% | 74.5 |

wadze, dokonywają się wyraźne przesunięcia wody, zmieniające pierwotny stan uwodnienia poszczególnych tkanek.

Streszczenie wyników.

1°. Wykonano analizę składników mineralnych surowicy raka (*Astacus fluviatilis* L.).

2°. Stężenie elektrolitów w hemolimfie raka, przeniesionego do wody morskiej, wzrasta w miarę zwiększania się stężenia wody morskiej.

3°. O ile stężenie wody morskiej nie przekracza pewnych granic (50%), to stosunek wzajemny stężenia elektrolitów we krwi raka nie ulega zmianie pod wpływem zmienionego środowiska. Fakt ten świadczy o zdolności organizmu raka do regulowania składu chemicznego krwi.

4°. Pomimo że rak, przeniesiony do środowiska hipertonicznego nie traci wody, zachowując ciężar ciała niezmienny, to ilości wody w jego mięśniach maleją w miarę zwiększania się stężenia środowiska.

Piśmiennictwo.

- Barrenschén H. K. und L. Messiner. 1927. Eine kolorimetrische Mikrobestimmung des Natriums. *Bioch. Zeitschr.* 189 (308).
 Bethe A. und Berger E. 1931. Variationen im Mineralbestand verschiedener Blutarten. *Pflüg. Archiv.* 227 (574).
 Białaszewicz K. 1926.

O składzie mineralnym komórek jajowych. Prace Instyt. im. Nenckiego 3. Białaszewicz K. 1930. Badania nad zjawiskami regulowania składu mineralnego cieczy ciała. I. Doświadczenia nad krabem Maja squinado. Acta Biol. Exper. 5 (57). Bogucki M. 1931. O regulowaniu ciśnienia osmotycznego hemolimfy równonogów morskich (*Mesidotea entomon* L.). Acta Biol. Exper. 7 (61). Briggs A. P. 1922. A modification of the Bell-Doisy phosphate method. Jour. of Biol. Chem. 53 (13). Duval M. 1925. Recherches physico-chimiques et physiologiques sur le milieu intérieur des animaux aquatiques. Ann. de l'Inst. Océanogr. Nouvelle série 3 (233). Hecht G. 1923. Bestimmung des Organkalkes nach de Waard. Bioch. Zeitschr. 143. (342). Herrmann F. 1931. Ueber den Wasserhaushalt des Flusskrebses. Zeitschr. f. vergl. Physiol. 14 (479). Kramer B. and F. F. Tisdall. 1921. A clinical method for the quantitative determination of potassium in small amounts of serum, Jour. of Biol. Chem. 46 (339). Kramer B. and F. F. Tisdall. 1921. A simple technique for the determination of calcium and magnesium in small amounts of serum. Jour. of Biol. Chem. 47 (475). Macallum A. B. 1903. On the inorganic composition of the Medusae, *Aurelia flavidula* and *Cyanea arctica*. Journ. of Physiol. 29 (223). Macallum A. B. 1910. The inorganic composition of the blood in Vertebrates and Invertebrates, and its origin. Proc. Roy. Soc. B. 82 (602). Macallum A. B. 1926. The paleochemistry of the body fluids and tissues. Physiol. Reviews 6 (312). Mc. Clendon J., F. C. C. Gault and S. Mulholland. 1917. The hydrogen-ion concentration, CO₂ tension and CO₂ content of sea-water. Papers from Depart. Marine Biology of H. Carnegie Institute 9 (23). Schlieper C. 1929. Ueber Einwirkung niederer Salzkonzentrationen auf marine Organismen. Zeitschr. f. vergl. Physiol. 9 (478). Whitehorn J. C. A system of blood analysis. Simplified method for the determination of chlorides in blood plasma. Jour. of Biol. Chem. 45 (449).

KAROLINA IWASZKIEWICZÓWNA

(Z Zakładu Biometrycznego Instytutu im. M. Nenckiego T. N. W.)

Uogólnienie metody korelacji cząstkowej na przypadek, gdy eliminowana zmienna jest niemierzalna

T R E Ś Ć

1. Uwagi wstępne str. 1. 2. Przykłady str. 1. 3. Metoda obliczania regresji cząstkowej, gdy eliminowana zmienna jest niemierzalna 3. 4. Szacowanie dokładności wyników 6. 5. Metody rachunkowe 8. 6. Dalsze przykłady 11. 7. Skrót francuski (Sommaire) 13.

1. Uwagi wstępne

Najlepszą drogą do ustalenia zależności pomiędzy jakąś cechą y pewnych osobników a jakimś czynnikiem x jest niezaprzeczenie doświadczenie, w którym byłyby sztucznie ustalone wartości możliwie wszystkich czynników wpływających na cechę y , a zmianom ulegałyby tylko jeden czynnik x . Jest jednak bardzo ważne mieć możność sądzenia o wpływie samego tylko x na kształtowanie się cechy y nie na podstawie wyników specjalnie *ad hoc* założonego doświadczenia, lecz na podstawie łatwiejszych do uzyskania danych obserwacji. Odpowiednie opracowanie danych obserwacyjnych może być następnie wykorzystane jako wskazówka przy rozważaniu pytania, czy warto jest zakładać specjalne doświadczenie dla zbadania wpływu x na cechę y . Bywają oczywiście przypadki, gdy doświadczenie jest wogóle niemożliwe i jedynym źródłem informacji jest obserwacja. Wtedy metoda wyodrębniania wpływu samego tylko czynnika x na cechę y z pośród szeregu wpływów innych czynników ma specjalne znaczenie. Przykładów tego rodzaju zagadnień, gdzie możliwa jest tylko obserwacja, dostarczają nauki społeczne. W naukach biologicznych doświadczenie zasadniczo jest możliwe, choć możliwość ta bywa i tu często ograniczona.

Statystyka matematyczna zna t. zw. metodę korelacji wielorakiej, która na podstawie wyników obserwacji nad wartościami cechy y oraz szeregu wpływających na nią czynników pozwala na wyodrębnienie wpły-

wu jakiegoś jednego tylko czynnika x na y i może dać odpowiedź na takie pytanie, jak: jakby się zmieniła przeciętna wartość cechy y , gdyby czynnik x wzrósł o jednostkę, a szereg innych czynników (których wartości były notowane) pozostałyby bez zmian? Jednak klasyczna metoda korelacji wielorakiej stosuje się do przypadku, gdy wszystkie wpływające na y i brane pod uwagę czynniki są wymieralne.

Można jednak wymienić zagadnienia, w których warunek wymierzalności nie jest zachowany i powstaje konieczność takiego zmodyfikowania klasycznej teorii, któreby pozwoliło na wykorzystywanie danych obserwacji również i w tym przypadku, gdy jeden lub więcej czynników wpływających na cechę y nie są wymieralne. Poniżej rozważymy dwa konkretne zagadnienia, które wymagają takiego właśnie rozszerzenia metody korelacji wielorakiej.

2. Przykłady

(a) W pewnym zakładzie doświadczalnym rolniczym wykonane było doświadczenie nad plennością 16 odmian pszenicy ozimej. Doświadczenie to było założone z pięciu powtórzeniami. Obok zagadnienia o porównaniu plenności pszenic to samo doświadczenie wykorzystano dla porównania odporności pszenic na rdzę. W tym celu brano na chybił-trafił po kilka roślin z każdego polecka i określano stopień porażenia każdego liścia. Zabieg ten wykonano dwa razy: w jesieni przed nastąpieniem mrozów i wczesnym latem. Otrzymane w ten sposób wyniki

pozwołyły na wyodrębnienie kilku odmian o mniejszej i kilku o większej odporności na rdzę.

W trakcie opracowywania tego zagadnienia powstało nowe, mianowicie, czy i jaka istnieje zależność pomiędzy stopniem porażenia rdzą poletek w okresie pierwszym obserwacji i drugim¹. Brak tej zależności wskazywałby na nietrwałość zakażenia, które zanika pod wpływem mrozów i może tylko przypadkiem odnowić się w nowym okresie wegetacyjnym. Niewykluczona a priori zależność ujemna, przy której bardziej porażone w jesieni poletka byłyby najczęściej zdrowsze w lecie, świadczyłyby o jakichś procesach uodparniających, czy to w glebie, czy też w samych roślinach. Wreszcie zależność dodatnia wskazywałaby na trwałe zlokalizowanie infekcji.

Gdyby tą samą odmianą pszenicy było obsiane nie pięć, tylko dużo więcej parcel, to zagadnienie dałoby się oświetlić prostym zestawieniem porażenia parcel w obu okresach obserwacji, lub też, co na jedno wychodzi, drogą obliczenia korelacji pomiędzy dwiema zmiennymi. W zastosowaniu do pięciu parcel metoda ta jest jednak zupełnie bezpłodna. Zastosowanie jej do całości materiału, bez uwzględnienia różnic, zachodzących pomiędzy poszczególnymi odmianami, byłoby jeszcze mniej poprawne, ponieważ z pewnością doprowadziłoby do wniosków mylnych: bardziej porażone w okresie pierwszym parcelki były to najczęściej te, które były obsiane mniej odpornymi odmianami, a więc właśnie te, które w okresie drugim również wykazały silniejsze porażenie. Zestawienie takie stworzyłoby pozory istnienia korelacji nawet w tym przypadku, gdyby takowa zupełnie nie istniała. W ten sposób przychodzimy do wniosku, iż dla odpowiedzi na interesujące nas pytanie niezbędnym jest skonstruowanie takiej metody rachunkowej, która pozwoliła na wyodrębnienie wpływu samego tylko porażenia parcel w okresie pierwszym na porażenie w okresie drugim od wpływu stwierdzonego już różniczkowania odmian pszenicy pod względem ich odporności na rdzę. Jasnym jest, że klasyczna teoria korelacji nie może tu być stosowana, gdyż taki czynnik, jak „odmiana“ nie jest przecie wymierzalny, a wpływ tego właśnie czynnika chcielibyśmy wyeliminować.

Sprecyzować to zagadnienie możnaby w sposób następujący. Oznaczmy przez z zmien-

ną zależną czyli „stopień porażenia (w jakichś jednostkach) parcelki w drugim okresie obserwacji“. Litera y oznaczać będzie jedną ze zmiennych niezależnych, np. „stopień porażenia w okresie pierwszym“. Literą x oznaczymy drugą zmienną niezależną „odmianę pszenicy“. Poszukiwana metoda rachunkowa ma na celu odpowiedzieć na pytanie, jakby przypuszczalnie zmieniła się przeciętna wartość z dla poletek, dla których y byłby podwyższony o jednostkę, a x pozostał ten sam.

(b) Jak wiadomo, stosowane obecnie nawozy sztuczne stanowią skomplikowane mieszaniny rozmaitych związków chemicznych. Rola poszczególnych związków wchodzących w skład danego nawozu nie jest jednakowa, wobec czego rozróżniamy różne typy nawozów, jak nawozy azotowe, potasowe i t. p. Przy porównywaniu pomiędzy sobą dwóch różnych nawozów jednego typu, np. nawozów potasowych, dawki obu nawozów na jednostkę powierzchni dobierane są w ten sposób, by zawierały one te same ilości związku podstawowego, a więc w danym przypadku—potasu. Oczywiście idzie to w parze ze zróżnicowaniem dawek innych składników, które—jeśli związki potasu były w obu nawozach identyczne—decydują ostatecznie o względnej dobroci obu nawozów. Powstaje przytem zagadnienie, któremu mianowicie składnikowi, stanowiącemu właściwie domieszkę do nawozu zasadniczego, przypisywać należy decydujący wpływ na wynik porównania obu nawozów.

Zagadnienie to bywa rozwiązywane na drodze doświadczałnej², jest jednak niezmiernie ważnym mieć możność zorientowania się w sytuacji, wykorzystując dane dotychczasowych doświadczeń, robionych w różnych innych celach. Spotykamy tu to samo zagadnienie o wyeliminowaniu wpływu niewymierzalnego czynnika x i zbadaniu korelacji pomiędzy wymierzalnymi y i z .

W wymienionej pracy M. Górskiego rozważana jest m.in. hipoteza, że lepsze wyniki uzyskiwane na kainitach związane są ze znaczną zawartością w nich soli magnezowych. Sprawdzenie tej hipotezy na podstawie materiałów z dawniej wykonanych doświadczeń może służyć za przykład interesującego nas typu zagadnień.

Sole magnezowe występują—jak to można sądzić z tejszy pracy M. Górskiego—w wielu nawozach potasowych, jak kainity, lagbeinity, kalimagnezje i t. d. Zawartość soli magne-

¹ Zagadnienie to było mi podane przez Dr. Z. Zweigbaumównę oraz przez Prof. Dr. W. Gorjaczkowskiego.

² Obacz M. Górski: *Studia nad wartością nawozów kainitów polskich*, Roczniki Nauk Rolniczych i Leśnych, 24.

zowych w każdym danym nawozie jest bardzo zmienna. I tak np. kainit niemiecki zawiera soli magnezowych od zera do 32%, sól potasowa niemiecka zawiera soli magnezowych od zera do 10% i t. p.

Oznaczmy przez x_1, x_2, \dots, x_n różne nawozy potasowe (kainit, sól potasowa i t. d.) przez y — zawartość soli magnezowych w każdym danym nawozie i wreszcie przez z — nadwyżkę plonu, uzyskanego na danym nawozie w jakimś doświadczeniu ponad plon na poletkach nienawożonych potasem. Doświadczenia porównawcze nad nawozami x_1, x_2, \dots, x_n są dokonywane w wielu punktach w Polsce, choć niestety nie zawsze odnośnie sprawozdania zawierają dokładne wskazówki co do składu chemicznego nawozów. Gdyby jednak udało się dane takie uzyskać, mogliśmy sporządzić następujące zestawienie.

Tabl. I.

| Doświadczenie | Nawóz X_1 | | Doświadczenie | Nawóz X_n | |
|---------------|--------------------|----------------|---------------|--------------------|----------------|
| | Zawartość $MgSO_4$ | Nadwyżka plonu | | Zawartość $MgSO_4$ | Nadwyżka plonu |
| A | y_{11} | z_{11} | A | y_{n1} | z_{n1} |
| B | y_{12} | z_{12} | B | y_{n2} | z_{n2} |
| C | y_{13} | z_{13} | C | y_{n3} | z_{n3} |
| | | | | i t. d. | |

Z tablicy tej widać bezpośrednio, że sprawdzenie hipotezy o dodatnim wpływie soli magnezowej na plon wymaga obliczenia regresji cząstkowej nadwyżki plonu z względem zawartości y soli $MgSO_4$ w stosowanych dawkach nawozów przy wyeliminowaniu niewymierzalnego czynnika x .

Zaznaczyć należy, że wpływ na plon tych samych dawek soli magnezowych może być przy stosowaniu różnych nawozów bardzo różny. W tem tkwi trudność, którą może załatwić albo doświadczenie, albo obliczenie regresji na podstawie liczniejszych danych z doświadczeń z każdym nawozem z osobna. Jeśli jednak liczba doświadczeń rozporządzalnych jest mała i zachodzi konieczność łącznego ich opracowania, to jedyne co możemy otrzymać z rachunków, jest przeciętny wynik jednostkowej zwyżki y dla wszystkich nawozów, które brane były pod uwagę przy obliczeniach.

Przytoczone przykłady ilustrują typ zagadnień, które mogą być opracowywane za pomocą poniższej metody.

3. Metoda obliczania regresji cząstkowej, gdy eliminowana zmienna jest niewymierzalna

Precyzować opisane wyżej zagadnienie można w jeden z dwu następujących sposobów.

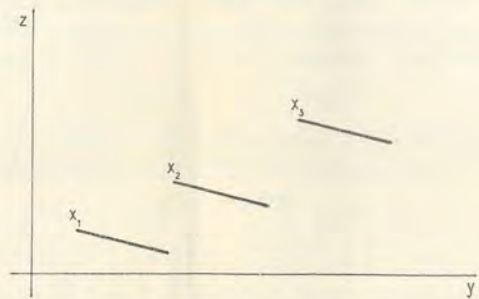
W obu przypadkach interesującą nas cechę z osobników (porażenie rdzą w drugim okresie obserwacji, nadwyżka plonu wywołana przez nawóz etc.) rozważamy jako zmienną ewentualną, skorelowaną ze zmienną y , przyczem równanie regresji — będziemy rozważali tylko przypadek, gdy jest ono linjowe — zależec będzie od niewymierzalnego czynnika x . Oznaczmy przez n liczbę różnych wartości, które może posiadać x i niech to będą x_1, x_2, \dots, x_n . Każdej i -tej z tych wartości odpowiadać będzie specjalne równanie regresji z względem y . I tu mogą być brane pod uwagę dwa różne punkty widzenia.

(a) Przedewszystkiem możemy zakładać, że tylko wyraz wolny w równaniu regresji jest zależny od x . Przyjmując to założenie, przyjmujemy jednocześnie hipotezę, że jakkolwiek byłby x , przyrostowi o jedynekę y -ka odpowiadałby zawsze ten sam przeciętny przyrost z . Odnośne równanie regresji miałoby wtedy postać

$$z_i(y) = A_i + B y \quad (1)$$

gdzie $z_i(y)$ oznacza przeciętną wartość cechy z odpowiadającą $x=x_i$ oraz stojącej w prawej części równania wartości y . Wykres I ilustruje sytuację.

Wykres I.



Każda z równoległych prostych, oznaczonych literami x_1, x_2 i t. d. reprezentuje odpowiadającą równaniu (1) linię regresji z względem y przy ustalonym x . W zastosowaniu do pierwszego z podanych wyżej przykładów znaczenie linii x_1 byłoby następujące.

W przykładzie tym x oznacza „odmianę”. Więc x_1 oznaczałoby pierwszą z rozważanych odmian pszenicy. Litera y oznacza tu stopień

porażenia rdzą w okresie pierwszej obserwacji, a litera z —w okresie obserwacji drugiej. Rzędna jakiegoś punktu na prostej x_1 oznaczałaby więc przeciętny stopień porażenia rdzą w okresie drugiej obserwacji tych poletek, których porażenie w okresie pierwszym równało się odciętej y tegoż punktu.

Znaczenie innych prostych x_i na tym wykresie jest zupełnie analogiczne, z tą różnicą, że odnoszą się one do innych odmian pszenicy, różniących się pod względem odporności na rdzę od odmiany pierwszej.

Wykres dotyczy sytuacji, w której korelacja pomiędzy stopniem porażenia poszczególnych parcelek w obu okresach obserwacji jest dla każdej odmiany ujemna (wspólna wartość współczynnika $B < 0$). Łatwo jest spostrzec, że gdyby zróżnicowanie badanych odmian pod względem ich odporności na rdzę zostało zignorowane i do wykrycia współzależności pomiędzy y i z zastosowana była zwykła metoda korelacji, to doszlibyśmy do mylnego wniosku, że współzależność ta jest dodatnia.

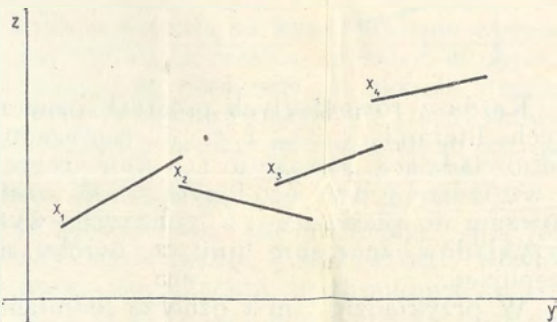
Nasze zagadnienie polega na oszacowaniu wspólnego dla wszystkich równań współczynnika regresji B . Jak wiadomo, równa się on przeciętnemu przyrostowi cechy z , odpowiadającemu przyrostowi y , równemu jedynce, skąd pochodzi popularna już dziś nazwa „przeciętny przyrost jednostkowy“.

(b) Drugi punkt widzenia polegałby na bardziej ogólnym założeniu, że nie tylko wyraz wolny w równaniu regresji z względem y , lecz także i współczynnik regresji jest zależny od niewymierzalnego czynnika x . W tym przypadku równanie regresji miałyby postać

$$z_i(y) = A_i + B_i y \quad (2)$$

gdzie znaczenie liter jest analogiczne do poprzedniego. Sytuację ilustruje wykres II.

Wykres II.



Gdybyśmy rozporządzali znaczniejszą liczbą spostrzeżeń, to moglibyśmy obliczyć B_i dla każdego x_i , i zadanie nasze byłoby klasycznym przykładem zastosowania znanych wzorów z teorii korelacji. Jeśli jednak spostrzeżeń jest zbyt mało, by oznaczyć z dostateczną dokładnością każde B_i , to można się jednak pokusić o dokładne wyznaczenie przeciętnej tych współczynników, która również może dać interesujące informacje. Oznaczmy tę przeciętną przez B , tak że

$$B = \frac{r}{n} \sum_{i=1}^n B_i \quad (3)$$

Jest ważnym zdawać sobie dokładnie sprawę z wniosków, jakie można wyciągnąć z informacji co do wartości B . Jeśli wartość ta jest dodatnia, to oznacza to, iż wśród liczb B_i jest co najmniej jedna dodatnia, a inne, jeśli nawet są ujemne, to wartości bezwzględne ich są małe. Tego rodzaju sytuację przedstawia właśnie wykres II. W zastosowaniu do przykładu (a) moglibyśmy powiedzieć, że dodatnia wartość B świadczyłaby o istnieniu takich pszenic, dla których korelacja pomiędzy stopniem porażenia rdzą w obu okresach jest dodatnia. Nie znaczy to oczywiście, że niema takich, dla których korelacja ta jest ujemna.

Z drugiej strony równość $B=0$ w żadnym razie nie może służyć za podstawę do wniosku, że przy ustalonym x zmienne z i y nie są skorelowane.

Jest warte zanotowania, jaki jest związek pomiędzy powyższymi sformułowaniami interesującego nas zagadnienia a klasyczną teorią korelacji wielorakiej. Założenia (a) odpowiadają przypadkowi korelacji wielorakiej, w którym powierzchnia regresji jest płaską powierzchnią. Natomiast założenia (b) są równoważne do założenia, że powierzchnia ta jest skośna, przyczem jednak przekroje tej powierzchni płaszczyznami prostopadłymi do osi współrzędnych Ox są liniami prostymi.

Metoda, którą będziemy rozwiązywali zagadnienie w obu powyższych sformułowaniach, jest ta sama. Opierając się na znanych twierdzeniach A. Markowa¹, odnoszących się do teorii najmniejszych kwadratów, znajdziemy b — prawdopodobne przybliżenie poszukiwanej wartości B , a potem, korzystając z twierdzeń R. A. Fishera², oraz ogólnych zasad szacowania wiarygodności hipotez

¹ A. Markow: *Isczislienie wierojatnostiej*, Moskwa 1924.

² R. A. Fisher: *Applications of „Student's“ distribution*, Metron Vol. V, No. 3.

J. Neymana i E. S. Pearsona¹, pokazemy w jaki sposób możnaby ocenić dokładność otrzymanych wyników.

Oznaczmy przez m_i liczbę posiadanych spostrzeżeń nad wartościami y i z , odpowiadającymi $x = x_i$ i niech to będą

$$\begin{matrix} y_{i1}, & y_{i2}, & \dots & y_{im_i} \\ z_{i1}, & z_{i2}, & \dots & z_{im_i} \end{matrix} \quad (4)$$

Ad (a).

Jak to wynika z klasycznych twierdzeń Markowa, otrzymamy najlepsze przybliżenie nieznaney B , minimalizując sumę kwadratów

$$S = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^{m_i} (z_{ij} - a_i - b y_{ij})^2 \quad (5)$$

względem zmiennych a_i oraz b . Rozwiązanie jest natychmiastowe. Biorąc pochodne od S i przyrównując je do zera, otrzymamy równania

$$m_i a_i + b \sum_{j=1}^{m_i} y_{ij} = \sum_{j=1}^{m_i} z_{ij} \quad i=1, 2, \dots, n \quad (6)$$

$$\sum_{i=1}^n a_i \sum_{j=1}^{m_i} y_{ij} + b \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^{m_i} y_{ij}^2 = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^{m_i} y_{ij} z_{ij} \quad (7)$$

Ze względu na trudności drukarskie będziemy poniżej używali następujących symboli, które wymagają objaśnień. Znak $\sum_i \dot{p}$ oznaczać będzie sumę wyrazów typu \dot{p}_{ij} , zależnych od y_{ij} i z_{ij} , rozciągającą się na wszystkie spostrzeżenia, w których $x = x_i$, tak że $\sum_i \dot{p} = \sum_{j=1}^{m_i} \dot{p}_{ij}$. Podwójna suma $\sum \sum$

oznaczać będzie sumowanie $\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^{m_i}$. Wreszcie ostatni z wprowadzanych symboli $\sum Q_i$ oznaczać będzie $\sum_{i=1}^n Q_i$. Równania (6) i (7) dadzą się teraz napisać prościej, mianowicie

$$m_i a_i + b \sum_i y = \sum_i z \quad i=1, 2, \dots, n \quad (6 \text{ bis})$$

$$\sum a_i \sum_i y + b \sum \sum y^2 = \sum \sum y z \quad (7 \text{ bis})$$

Mnożąc każde równanie (6) odpowiednio przez $\frac{1}{m_i} \sum_i y$ i odejmując stronami od (7) otrzymamy

$$\begin{aligned} & b \left(\sum \sum y^2 - \sum \frac{1}{m_i} (\sum_i y)^2 \right) = \\ & = \sum \sum y z - \sum \frac{1}{m_i} (\sum_i y) (\sum_i z) \end{aligned} \quad (8)$$

skąd, po łatwych przeróbkach,

$$b = \frac{\sum \sum y z - \sum \frac{1}{m_i} (\sum_i y) (\sum_i z)}{\sum \sum y^2 - \sum \frac{1}{m_i} (\sum_i y)^2} \quad (9)$$

Podstawiając otrzymaną w ten sposób wartość b do (6), mamy

$$a_i = \frac{1}{m_i} (\sum_i z - b \sum_i y) \quad (10)$$

W przypadku specjalnym, gdy liczba spostrzeżeń jest dla każdego x_i ta sama m , wzory powyższe upraszczają się nieco, mianowicie mamy

$$b = \frac{m \sum \sum y z - \sum (\sum_i y) (\sum_i z)}{m \sum \sum y^2 - \sum (\sum_i y)^2} \quad (11)$$

Ad (b).

Aby móc stosować metodę Markowa do tego przypadku, napiszemy

$$B_i = B + E_i, \quad (12)$$

przyczem, jeśli B ma być średnią arytmetyczną liczb B_i , to winno być

$$\sum E_i = 0 \quad (13)$$

Prawdopodobne przybliżenie liczby B otrzymamy, minimalizując sumę kwadratów

$$S = \sum \sum (z - a_i - (b + e_i) y)^2 \quad (14)$$

względem zmiennych a_i, b, e_i pod warunkiem, że

$$\sum e_i = 0 \quad (15)$$

W tym celu przyrównujemy do zera pochodne funkcji

$$F = S + 2\alpha \sum e_i, \quad (16)$$

gdzie α jest to nieoznaczony czynnik stały. Otrzymamy w ten sposób równania

$$m_i a_i + (b + e_i) \sum_i y = \sum_i z \quad (i=1, 2, \dots, n) \quad (17)$$

$$\sum a_i \sum_i y + \sum (b + e_i) \sum_i y^2 = \sum \sum y z \quad (18)$$

$$a_i \sum_i y + (b + e_i) \sum_i y^2 + \alpha = \sum_i y z \quad i=1, 2, \dots, n \quad (19)$$

Odejmując każde z równań (19) od (18), otrzymamy

$$-n\alpha = 0, \quad \alpha = 0 \quad (20)$$

wobec czego ogół równań (17) i (19) rozbije się na pary, odpowiadające poszczególnym x_i , z których można będzie wyznaczyć a_i oraz $b + e_i$. Równania (19) będą miały teraz postać

$$a_i \sum_i y + (b + e_i) \sum_i y^2 = \sum_i y z \quad i=1, 2, \dots, n \quad (21)$$

¹ J. Neyman and E. S. Pearson: *On the Use and Interpretation of Certain Test Criteria*, *Biometrika* Vol. XX-A, J. Neyman: *Przyczynek do teorii wiarygodności hipotez statystycznych*, *Kwartalnik Statystyczny*, 1929, z. IV.

Jak łatwo sprawdzić

$$b + e_i = \frac{m_i \Sigma_i y z - (\Sigma_i y) (\Sigma_i z)}{m_i \Sigma_i y^2 - (\Sigma_i y)^2} \quad i = 1, 2 \dots n \quad (22)$$

Sumując te ostatnie równania, korzystając z warunku (15) i dzieląc przez n , otrzymujemy ostatecznie

$$b = \frac{1}{n} \sum \frac{m_i \Sigma_i y z - \Sigma_i y \Sigma_i z}{m_i \Sigma_i y^2 - (\Sigma_i y)^2} \quad (23)$$

Poniżej podane są dogodnie metody rachowania b ze wzorów (11) i (23). Tu zastanowimy się nad kwestją dokładności wyników tych rachunków.

4. Szacowanie dokładności wyników

Wyobraźmy sobie, że rachując wzór (11) albo (23) otrzymamy na b wartość dodatnią, np. $b = 0,5$. Jaka jest interpretacja tego wyniku?

Gdyby odnośne rachunki były wykonane na niezmiernie wielkiej liczbie obserwacji, to moglibyśmy wnosić, że przy ustalonym x przyrostowi o jedynkę czynnika y odpowiada przeciętnie przyrost z równy $ca B = 0,5$. Odnosi się to jednak, ściśle mówiąc, tylko do przypadku fikcyjnego, gdy liczba spostrzeżeń jest nieskończona.

W każdym przypadku praktycznym, w którym może zachodzić potrzeba stosowania wzorów (11) i (23), liczba spostrzeżeń będzie względnie bardzo mała i sama intuicja podpowiada nam, że te same rachunki, zastosowane do jakiejś nowej serji obserwacji dadzą wynik różny od poprzedniego, może nawet ujemny, przyczem żaden z tych wyników napewno nie będzie równy prawdziwemu współczynnikowi regresji B .

Z punktu widzenia praktyki jest niezmiernie ważne mieć jakieś podstawy do sądzenia przynajmniej o znaku prawdziwego średniego przyrostu jednostkowego B . I mianowicie powstaje pytanie, czy w przypadku gdy b — prawdopodobne przybliżenie liczby B — wypadło nam z rachunków dodatnie, prawdziwa wartość B nie jest ujemna, lub równa zero (lub odwrotnie). Ewentualność taka nie jest wcale wykluczona i może być źródłem błędnej konkluzji co do charakteru wpływu czynnika y na cechę z . Jeśli więc rachunki dały nam $b > 0$, to będzie nas interesować pytanie, czy mamy podstawę do odrzucenia hipotezy — oznaczmy ją literą H — że $B \leq 0$.

Podstawą taką¹ może być prawdopodobieństwo p , że odrzucając hipotezę H popełnimy błąd. Gdy prawdopodobieństwo to jest

małe, moglibyśmy hipotezę H odrzucić i tem samem przyjąć, że prawdziwą jest hipoteza przeciwna, mianowicie, że $B > 0$. Wyciągnęlibyśmy stąd praktyczny wniosek, że wpływ czynnika y na cechę z wyraża się w tem, że gdy y wzrasta, to z również — przeciętnie biorąc — wzrasta. Gdyby to miało miejsce np. w stosunku do wpływu $MgSO_4$ na plon, to moglibyśmy powiedzieć, że posiadany materiał obserwacyjny upoważnia nas do twierdzenia o dodatnim wpływie soli magnezowych przynajmniej w niektórych nawozach, przyczem, jeśli nawet w innych nawozach wpływ ten jest szkodliwy, to intensywność wpływu dodatniego w jednych nawozach przewyższa intensywność wpływów ujemnych w innych.

Gdyby się miało okazać, że prawdopodobieństwo p jest znaczne, to wynikałoby stąd, że odrzucenie hipotezy H , iż znak B jest przeciwny do znaku b , jest niebezpieczne. W tym przypadku wypada stwierdzić, że posiadany materiał obserwacyjny nie jest wystarczający do sądzenia o znaku B , a tem samem i o charakterze współzależności pomiędzy y i z .

Niestety omówione wyżej prawdopodobieństwo p nie może być nigdy obliczone. Możliwem natomiast jest obliczyć liczbę P , która jest górnym kresem prawdopodobieństwa p . Wobec tego zmuszeni jesteśmy ograniczać się do wyznaczania P i do wykorzystywania tej liczby tak, jak gdyby było to prawdopodobieństwo p , że odrzucając hipotezę H popełnimy błąd.

Liczba P może być interpretowana jako prawdopodobieństwo. Mianowicie będzie to prawdopodobieństwo, że ulegająca prawu „Student'a” zmienna ewentualna t okaże się większa od ilorazu

$$\frac{|b - B_0|}{\mu} \quad (24)$$

gdzie μ oznacza prawdopodobne przybliżenie średniego błędu b , a B_0 — krytyczną wartość współczynnika regresji B — w danym przypadku zero.

Fisher i „Student” sporządzili tablice, z których P może być z łatwością odczytane, skoro tylko jest obliczony iloraz (24). Jednak dogodniej jest korzystać z nowszych tablic K. Pearsona², z których te same prawdopodobieństwo można odczytać z większą dokładnością. Uzależnione ono jednak jest nie od ilorazu (24), tylko od jego funkcji

¹ Obacz w tej kwestji publikacje J. Neymana i E. S. Pearsona loc. cit.
² K. Pearson: *Tables for Statisticians and Biometricians*, Part II, Cambridge, 1931.

z^2 , dającej się nieco łatwiej wyznaczyć. Będzie to

$$z^2 = \frac{(b - B_0)^2}{N \mu^2} \quad (25)$$

gdzie N jest t. zw. liczbą stopni swobody, która równa jest liczbie wszystkich branych pod uwagę spostrzeżeń, mniej liczba współczynników, obliczanych przy minimalizowaniu sumy S^1 . W przypadku (a) będzie tych współczynników $n + 1$, zaś w przypadku (b) $2n$. Wobec tego

$$N = \sum m_i - n - 1 \quad \text{w przypadku (a)} \quad (26)$$

$$N = \sum m_i - 2n \quad \text{w przypadku (b)} \quad (27)$$

Pozostaje do omówienia kwadrat prawdopodobnego przybliżenia średniego błędu, czyli μ^2 . Obliczamy go w następujący sposób. Najpierw korzystamy ze znanego twierdzenia o średnim błędzie linowej funkcji niezależnych zmiennych ewentualnych, z których każda ma ten sam średni błąd. Średni błąd tej funkcji równa się mianowicie średniemu błędowi zmiennych stanowiących jej argumenty, pomnożonemu przez pierwiastek kwadratowy z sumy kwadratów współczynników funkcji. Jeśli więc przedstawimy interesującą nas funkcję b w postaci sumy

$$b = \sum \sum l z \quad (28)$$

i oznaczymy przez σ_b i σ odpowiednio średnie błędy b i z_{ij} , to

$$\sigma_b^2 = \sigma^2 \sum \sum l^2 \quad (29)$$

W myśl twierdzenia Markowa otrzymamy prawdopodobne przybliżenie kwadratu średniego błędu σ^2 , dzieląc minimalną wartość sumy S ze wzoru (5) lub (14) przez odpowiednią liczbę stopni swobody N . Podstawiając iloraz $\frac{S}{N}$ do (29) zamiast σ^2 , otrzymamy μ^2 prawdopodobne przybliżenie σ_b^2 , które następnie będziemy mogli podstawić do wzoru (25). Uwzględniając, że krytyczną wartością B_0 jest w danym przypadku zero, otrzymamy w ten sposób

$$z^2 = \frac{b^2}{S \sum \sum l^2} \quad (30)$$

ogólny wzór do obliczania z^2 . Zależnie od przypadku (a) lub (b) będziemy mieli do czynienia z różnymi jego postaciami szczególnymi. Nie chcąc nużyć czytelnika prostymi zresztą rachunkami, ograniczymy się do podania tylko ostatecznych wyników. Dla przypadku (a) podamy gotowy wzór na z^2

$$z^2 = \frac{[\sum \sum y z - \sum \frac{1}{m_i} \sum_i y \sum_i z]^2}{(\sum \sum z^2 - \sum \frac{1}{m_i} \sum (i z)^2)(\sum \sum y^2 - \sum \frac{1}{m_i} (\sum_i y)^2) - [\sum \sum y z - \sum \frac{1}{m_i} \sum_i y \sum_i z]^2} \quad (31)$$

W przypadku (b) wzór odnośny jest nieco mniej prosty i lepiej jest podać wzory do obliczania każdego ze stojących w mianowniku (30) symboli. Będą to odpowiednio

$$(32)$$

$$S = \sum (\sum_i z^2 - \frac{1}{m_i} (\sum_i z)^2) - \sum \frac{(m_i \sum_i y z - \sum_i y \sum_i z)^2}{m_i [m_i \sum_i y^2 - (\sum_i y)^2]}$$

$$\sum \sum l^2 = \frac{1}{n^2} \sum \frac{m_i}{m_i \sum_i y^2 - (\sum_i y)^2} \quad (33)$$

Mając obliczone z^2 , możemy odczytać z tablic Pearsona (tablica XXV) wartość $t - P$, poczem łatwo znajdziemy P . Tablica

ta składa się z trzydziestu kolumn, odpowiadających każda określonej liczbie stopni swobody od $N = 1$ do $N = 30$. Zauważyć należy, że kolumny te są zatytułowane nie liczbą N , lecz liczbą o jedynkę większą, a oznaczaną literą n .

Gdy liczba stopni swobody jest większa od 30, mamy możliwość wyznaczyć P tylko w przybliżeniu. W tym celu należy obliczyć

$$x = z \sqrt{N - 2} \quad (34)$$

i odczytać przybliżoną wartość $t - P$ z tablic całki Gaussa³.

¹ Reguła ta stosuje się do szacowania każdej hipotezy, dotyczącej wartości linowej funkcji obserwowanych wartości z . Taką właśnie funkcją jest b .

² W chwili oddawania pracy do druku nie przypuszczałam, by mogły istnieć zagadnienia praktyczne, do których mogłyby być stosowane powyższe rozważania i w których chodziłoby o stwierdzenie czegoś innego, niż że powiększenie y wpływa powiększająco (lub pomniejszająco) na z . W związku z tem wzory (30) i (31) dostosowane są do przypadku, gdy celem rachunku jest ustalenie znaku współczynnika regresji B i przewidują krytyczną wartość $B_0 = 0$. Obecnie—przy poprawianiu korekty, miałam już do czynienia z zagadnieniem praktycznym, w którym było ważne wiedzieć czy B jest większe od jedynki, która to liczba odgrywała rolę wartości krytycznej B_0 . Traktowanie tych przypadków, w których krytyczna wartość $B_0 \neq 0$, nie różni się zasadniczo od opisanego. Należy przytem korzystać ze wzoru (25), ewentualnie również (34) oraz ze wzoru (4) francuskiego skrótu.

³ K. Pearson: *Tables for Statisticians and Biometricians*, Part I, Cambridge, 1930. Tablica II.

5. Metody rachunkowe

Podawane powyżej wzory nie są bardzo skomplikowane, jednak może dobrze będzie naszkicować metodę ich rachowania. Zrobimy to, korzystając częściowo z liczb, odnoszących się do omawianego wyżej zagadnienia o zależności pomiędzy stopniem porażenia rdzą parcellek w okresie wiosennym od stopnia tego porażenia w okresie jesiennym.

Stopień porażenia parcellek w pierwszym okresie obserwacji (jesień) był mierzony za pomocą liczby roślin porażonych rdzą w próbkę, składającej się z 10 roślin, wziętych na chybił trafił z każdego poletka. Liczby te będziemy oznaczali y_{ij} .

Liczby z_{ij} charakteryzujące stopień porażenia w drugim okresie obserwacji (wiosna) — są to liczby porażonych rdzą liści, przeliczone w % ogólnej liczby liści na 10 roślinach, stanowiących próbkę wyjętą z odpowiedniego poletka.

Stopień porażenia rdzą był charakteryzowany w różny sposób w obu okresach z pewnych powodów o charakterze biologicznym, których tu rozważać nie będziemy, ponieważ nie odnoszą się one do statystycznej strony zagadnienia.

Mała literka i przy y_{ij} oraz z_{ij} oznacza numer odmiany. Jeśli jakaś i -ta odmiana powtórzona jest na polu na m_i parcelkach, to parcelki te dają się ponumerować i numery ich będą 1, 2, ... m_i . Niech j oznacza taki numer parcelki. W ten sposób np. y_{ij} oznaczać będzie stopień porażenia rdzą w pierwszym okresie obserwacji tej parcelki obsianej i -tą odmianą, której przyporządkowano numer j .

Przed rozpoczęciem rachunków należy ustalić obie numeracje: odmian i obsianych niemi parcellek. Dane doświadczalne najlepiej jest ułożyć w formie poniższych tabel.

Tabl. IV

| Nr. odmiany i | $y_{i,1} z_{i,1}$ | $y_{i,2} z_{i,2}$ | $y_{i,3} z_{i,3}$ | $\Sigma_i y z$ |
|-----------------|-------------------|-------------------|-------------------|----------------|
| 1 | 11 | 36 | 64 | 111 |
| 2 | 60 | 24 | 141 | 225 |
| 16 | 0 | 62 | 76 | 138 |
| Suma | | | | 2 413 |

Tabl. II

Wartości y_{ij}

| Nr. odmiany | $y_{i,1}$ | $y_{i,2}$ | $y_{i,3}$ | $\Sigma_i y$ |
|-------------|-----------|-----------|-----------|--------------|
| 1 | 1 | 1 | 2 | 4 |
| 2 | 2 | 1 | 3 | 6 |
| 3 | 0 | 1 | 1 | 2 |
| 4 | 2 | 3 | 2 | 7 |
| 5 | 3 | 1 | 2 | 6 |
| 6 | 2 | 0 | 2 | 4 |
| 7 | 1 | 2 | 6 | 9 |
| 8 | 1 | 0 | 1 | 2 |
| 9 | 6 | 1 | 1 | 8 |
| 10 | 0 | 2 | 0 | 2 |
| 11 | 0 | 3 | 1 | 4 |
| 12 | 2 | 1 | 2 | 5 |
| 13 | 1 | 1 | 3 | 5 |
| 14 | 1 | 3 | 0 | 4 |
| 15 | 0 | 1 | 4 | 5 |
| 16 | 0 | 2 | 2 | 4 |
| | | | | 77 |

Tabl. III

Wartości z_{ij}

| Nr. odmiany | $z_{i,1}$ | $z_{i,2}$ | $z_{i,3}$ | $\Sigma_i z$ |
|-------------|-----------|-----------|-----------|--------------|
| 1 | 11 | 36 | 32 | 79 |
| 2 | 30 | 24 | 47 | 101 |
| 3 | 16 | 42 | 32 | 90 |
| 4 | 7 | 24 | 26 | 57 |
| 5 | 6 | 19 | 60 | 85 |
| 6 | 27 | 34 | 41 | 102 |
| 7 | 31 | 11 | 55 | 97 |
| 8 | 17 | 21 | 14 | 52 |
| 9 | 30 | 18 | 33 | 81 |
| 10 | 47 | 33 | 25 | 105 |
| 11 | 0 | 0 | 19 | 19 |
| 12 | 26 | 37 | 39 | 102 |
| 13 | 14 | 18 | 39 | 71 |
| 14 | 30 | 43 | 25 | 98 |
| 15 | 28 | 37 | 48 | 113 |
| 16 | 45 | 31 | 38 | 114 |
| | | | | 1366 |

Liczby y_{ij} oraz z_{ij} należy tak wpisać, by w tym samym wierszu obu tablic znalazły się liczby, odnoszące się do tej samej odmiany, oraz aby numeracja parcellek nie została zmieniona. Chodzi mianowicie o to, by liczby odnoszące się do tych samych parcellek, znajdowały się w obu tablicach w miejscach analogicznych, przyczem wiersze w obu tablicach odpowiadałyby poszczególnym odmianom.

Takie są dane doświadczalne¹. Wykonajmy teraz rachunki, obierając pierwszy z omówionych wyżej punktów widzenia, t. j. przy założeniu, że przyrostowi y odpowiada stale ten sam przeciętny przyrost z , bez względu na to, z którą mianowicie odmianą pszenicy mamy do czynienia.

Ponieważ liczba sposrzczeń dla każdej z odmian była ta sama, $m=3$, będziemy korzystali ze wzoru (II)

$$b = \frac{m \Sigma_i y z - \Sigma_i (y) \Sigma_i (z)}{m \Sigma_i y^2 - \Sigma_i (y)^2} \quad (11 \text{ bis,})$$

Do obliczenia poszczególnych wyrazów w tym wzorze najlepiej sporządzić poniższe tabliczki IV, V i VI, w których kolumny są odpowiednio zatytułowane.

Tabl. IV

| Nr. odmiany i | $y_{i,1} z_{i,1}$ | $y_{i,2} z_{i,2}$ | $y_{i,3} z_{i,3}$ | $\Sigma_i y z$ |
|-----------------|-------------------|-------------------|-------------------|----------------|
| 1 | 11 | 36 | 64 | 111 |
| 2 | 60 | 24 | 141 | 225 |
| 16 | 0 | 62 | 76 | 138 |
| Suma | | | | 2 413 |

Tabl. V

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|-----------------|--------------|--------------|----------------|------------------|------------------|
| Nr. odmiany i | $\Sigma_i y$ | $\Sigma_i z$ | $\Sigma_i y z$ | $(\Sigma_i y)^2$ | $(\Sigma_i z)^2$ |
| 1 | 4 | 79 | 316 | 16 | 6 241 |
| 2 | 6 | 101 | 606 | 36 | 10 201 |
| 16 | 4 | 114 | 456 | 16 | 12 996 |
| Suma | | | 6 608 | 433 | 126294 |

Tabl. VI

| Nr. odmiany i | $y_{i,1}^2$ | $y_{i,2}^2$ | $y_{i,3}^2$ | $\Sigma_i y^2$ |
|-----------------|-------------|-------------|-------------|----------------|
| 1 | 1 | 1 | 4 | 6 |
| 2 | 4 | 1 | 9 | 14 |
| 16 | 0 | 4 | 4 | 8 |
| Suma | | | | 211 |

¹ Należy tu zwrócić uwagę, że wyniki wszystkich poniższych rachunków nie ulegną żadnym zmianom, jeśli wszystkie odnoszące się do tej samej wartości $x = x_i$ liczby y_{ij} zostaną pomniejszone o jakąś tę samą wartość. Podobnie, można zupełnie bezkarnie pomniejszyć liczby z_{ij} odnoszące się do tej samej wartości $x = x_i$, odejmując od każdej z nich dowolną ale tę samą liczbę. Zabieg ten może w niektórych przypadkach bardzo znacznie ułatwić rachunki, w rozpatrywanym jednak przykładzie nie byłby bardzo skuteczny.

U w a g a. Ze względu na oszczędnościowych w tablicach IV do IX podane są tylko wiersze dla $i=1,2$ oraz $i=16$. Korzystając z danych doświadczalnych (tabl. II i III) chętny czytelnik będzie mógł uzupełnić wiersze brakujące i sprawdzić podawane u dołu sumy.

Podstawiając obliczone elementy (oraz $m=3$) do wzoru (11 bis) otrzymamy:

$$b = \frac{3 \cdot 2413 - 6608}{3 \cdot 211 - 433} = \frac{631}{200} = 3 \cdot 155 \quad (35)$$

Ponieważ otrzymana wartość $b=3,155$ jest dodatnią, podsuwa to myśl, że również „prawdziwa“ wartość tego współczynnika B jest także dodatnią. Nim jednak tę hipotezę przyjmujemy, należy się zastanowić nad stopniem niebezpieczeństwa popełnienia przytem błędu. Błąd ten popełnilibyśmy, gdyby „prawdziwa“ wartość $B \leq 0$. Obliczmy więc P , czyli górny kres prawdopodobieństwa błędu, który moglibyśmy popełnić, gdybyśmy chcieli odrzucić hipotezę (powyżej oznaczaliśmy ją literą H), że B nie jest liczbą dodatnią.

Jak to było powyżej zaznaczone, metoda wyznaczania P zależy od tego czy liczba stopni swobody N jest ≤ 30 , czy też $N > 30$. W naszym przypadku mamy

$$N = \sum m - n - 1 = 48 - 16 - 1 = 31 \quad (36)$$

wypada więc obliczać x ze wzoru (34) i potem korzystać z tablic całki Gaussa. Rachunki będziemy prowadzili w ten sposób, że w pierw obliczymy z^2 , potem wymnożymy je przez $N-2$ i wreszcie wyciągniemy pierwiastek kwadratowy z iloczynu.

Przeglądając wzór na obliczanie z^2 stwierdzamy z łatwością, że cały szereg jego elementów mamy już obliczony. I tak: (1) wyrażenie w nawiasach kwadratowych w liczniku wzoru (które występuje również w mianowniku) jest równe licznikowi we wzorze (11 bis), z którego obliczyliśmy b . Możemy więc teraz z liczby tej 631 bezpośrednio skorzystać (patrz wzór (35)). Dalej, pierwszy z nawiasów kwadratowych w mianowniku wzoru (31) jest równy mianownikowi wzoru (11 bis), który również mamy już wyznaczony. Odczytujemy go ze wzoru (35), mianowicie 200.

W ten sposób pozostaje nam do obliczenia tylko jeden nawias kwadratowy

$$\sum \sum z^2 - \sum (\sum_i z)^2 \quad (37)$$

w mianowniku (31). Łatwo jest spostrzec, że może on być obliczony metodą zupełnie podobną do tej, która posłużyła do obliczenia mianownika wzoru (11 bis), z tą różnicą że obecnie rachunki będą dotyczyły liczb z_{ij} , gdy poprzednio dotyczyły one liczb y_{ij} . Zauważamy przytem, że staje się nam niezbędną jeszcze jedna tablica VII, zupełnie analogiczna do powyższej tablicy VI, a zawierająca kwadraty liczb z_{ij} .

Tabl. VII
Wartości z_{ij}^2

| Nr. odmiany | $z_{i,1}^2$ | $z_{i,2}^2$ | $z_{i,3}^2$ | $\sum_i z^2$ |
|-------------|-------------|-------------|-------------|--------------|
| 1 | 121 | 1296 | 1024 | 2441 |
| 2 | 900 | 576 | 2209 | 3685 |
| 16 | 2025 | 961 | 1444 | 4430 |
| Suma | | | | 47532 |

Pozostaje teraz podstawić otrzymane liczby do wzoru (31) i obliczyć z^2 . Ze względu na konieczność obliczania x ze wzoru (34) będziemy bezpośrednio rachowali iloczyn z^2 przez $N-2=29$

$$z^2(N-2) = \frac{(631)^2}{16302 \cdot 200 - (631)^2} \cdot 29 = 12,10243 \quad (38)$$

z której to liczby wypada teraz wyciągnąć pierwiastek kwadratowy w celu obliczenia x

$$x = \sqrt{12,10243} = 3,48 \quad (39)$$

Wartości tej odpowiada wartość całki Gaussa (tablica II pierwszego tomu tablic Pearsona) równa

$$1 - P = 0,9997 \quad (40)$$

Wobec tego $P = 0,0003$. Wnioskujemy stąd, że hipotezę, iż prawdziwa wartość współczynnika B nie jest dodatnią, możemy ze spokojem odrzucić: prawdopodobieństwo, że przytem popełnimy błąd, jest mniejsze od 0,0003. Wypada więc przyjąć, że te parcelki, które są bardziej porażone rdzą w okresie jesiennym, są też — przeciętnie biorąc — bardziej porażone w okresie wiosennym.

Powyższe rachunki wychodziły z założenia, że współczynnik regresji B posiada tę samą wartość dla każdej z branych pod uwagę odmian. Staśmy teraz na innym punkcie widzenia i założmy, że każdej odmianie odpowiada charakterystyczna dla niej wartość współczynnika B_i . Będzie nas przytem interesować przeciętna wartość tych współczynników dla wszystkich odmian, którą oznaczyliśmy literą B . Jej prawdopodobne przybliżenie oblicza się ze wzoru (23)

$$b = \frac{1}{n} \sum \frac{m_i \sum_i yz - (\sum_i y)(\sum_i z)}{m_i \sum_i y^2 - (\sum_i y)^2} \quad (41)$$

który oznacza średnią arytmetyczną ułameków,

$$b_i = \frac{m_i \sum_i yz - (\sum_i y)(\sum_i z)}{m_i \sum_i y^2 - (\sum_i y)^2} \quad (42)$$

obliczonych dla każdej z odmian osobno. Elementy, które służą do obliczenia każdego takiego ułamka, są zawarte w powyższych tablicach. I tak, stojąca w liczniku suma $\sum_i yz$ znajduje się w i -tym wierszu kolumny 5

tablicy IV. Odjemnik w liczniku wzoru (42) odczytać można w kolumnie 4 tablicy V. Wreszcie liczby do obliczania mianownika (42) znajdują się w ostatniej kolumnie tablicy VI i w kolumnie 5 tablicy V.

Podstawienie tych wartości do wzoru (42) i obliczenie b_1 nie nastęrcza żadnych trudności. I tak np.

$$b_1 = \frac{3 \cdot 111 - 316}{3 \cdot 6 - 16} = \frac{17}{2} = 8,5 \quad (43)$$

Po wyznaczeniu wartości poszczególnych ułamków b_i sumujemy je i sumę dzielimy przez $n=16$. W wyniku otrzymujemy

$$b = \frac{53,627}{16} = 3,352. \quad (44)$$

Rachunki dogodnie jest układać tak jak w naszej tablicy VIII, w której wszystkie kolumny są dokładnie zatytułowane i nie wymagają objaśnień.

Tabl. VIII

| I | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | |
|----------------------------------|----------------|------------------|-------------------------|--|----------------|--------------------|------------------|-------------------------------------|--|-------------------------------------|-------|
| N _o odmia- ny i | $\Sigma_i y z$ | $m_i \Sigma y z$ | $\Sigma_i y \Sigma_i z$ | $m_i \Sigma_i y z - \Sigma_i y \Sigma_i z$ | $\Sigma_i y^2$ | $m_i \Sigma_i y^2$ | $(\Sigma_i y)^2$ | $m_i \Sigma_i y^2 - (\Sigma_i y)^2$ | $m_i \Sigma y z - \Sigma_i y \Sigma_i z$ | $m_i \Sigma_i y^2 - (\Sigma_i y)^2$ | m_i |
| 1 | 111 | 333 | 316 | 17 | 6 | 18 | 16 | 2 | 8.500 | 1.500 | |
| 2 | 225 | 675 | 606 | 69 | 14 | 42 | 36 | 6 | 11.500 | 0.500 | |
| 16 | 138 | 414 | 456 | -42 | 8 | 24 | 16 | 8 | -5.250 | 0.375 | |
| Suma | | | | | | | | | 53.627 | 10.674 | |

Przechodzimy do wyznaczania P , czyli górnego kresu prawdopodobieństwa pomyłki przy odrzuceniu hipotezy, że „prawdziwa” wartość interesującego nas współczynnika B nie jest dodatnia, jakby to można przypuszczać, sądząc ze znaku b . Liczba stopni swobody równa jest w rozważanym przypadku

$$N = \Sigma m_i - 2n = 16 \quad (45)$$

jest więc mniejsza od 30. Wypada zatem obliczać s^2 i korzystać z tablic Pearsona. Rachować najdogodniej jest ze wzorów (30), (32) i (33). Wszystkie ich elementy są już obliczone i pozostaje podstawić je do wzorów. Rachunki dają się łatwo wykonać przy ułożeniu w tablicę analogiczną do poniższej tablicy IX, która specjalnych objaśnień nie wymaga.

Tabl. IX

| I | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
|----------------------------------|----------------|------------------|--------------------------------|---|--|---|--|
| N _o odmia- ny i | $\Sigma_i z^2$ | $(\Sigma_i z)^2$ | $\frac{1}{m_i} (\Sigma_i z)^2$ | $\Sigma_i z^2 - \frac{1}{m_i} (\Sigma_i z)^2$ | $m_i \Sigma_i y z - \Sigma_i y \Sigma_i z$ | $m_i [m_i \Sigma_i y^2 - (\Sigma_i y)^2]$ | $\frac{(m_i \Sigma_i y z - \Sigma_i y \Sigma_i z)^2}{m_i [m_i \Sigma_i y^2 - (\Sigma_i y)^2]}$ |
| 1 | 2 441 | 6 241 | 2 080.331 | 360.669 | 289 | 6 | 48.167 |
| 2 | 3 685 | 10 201 | 3 400.330 | 284.670 | 4 761 | 18 | 264.500 |
| 16 | 4 430 | 12 996 | 4 331.996 | 98.004 | 1 764 | 24 | 73.500 |
| Suma | | | | 5 434.042 | | | 2 184.012 |

Obliczonej wartości $s^2 = 0,0829$ oraz liczbie stopni swobody $N=16$ odpowiadają w tablicy Pearsona (t. II, tablica XXV) wartości

$$1 - P = 0,86 \quad P = 0,14 \quad (46)$$

które wskazują, że byłoby ryzykownem odrzucać hipotezę, iż prawdziwa wartość $B \leq 0$: prawdopodobieństwo, iż popełnimy przytem błąd może dochodzić do 0,14.

Wydawaćby się mogło, że osiągnięty ostatnio wynik jest sprzeczny z poprzednim, mianowicie, że istnienie dodatniej korelacji pomiędzy stopniem porażenia pólek w obu okresach obserwacji nie ulega kwestji. Jest to jednak złudzenie.

Oba rozwiązania interesującego nas zagadnienia opierają się o różne hipotezy dotyczące charakteru zjawiska, którym się zajmujemy. Pierwszy z wyników należy interpretować w ten sposób, że gdyby współczynnik B miał być ten sam dla każdej z odmian, to posiadane dane empiryczne byłyby wystarczające do quasi pewności, że jest on dodatni. Pewność ta wynika—jak to jest łatwo spostrzec ze wzoru na x , dla którego poszukiwaliśmy wartości P —z okoliczności, że suma kwadratów S jest dość mała w stosunku do znacznej liczby stopni swobody $N=31$.

Drugi wynik, mówiący o niedostateczności materiału empirycznego, by można było sądzić o znaku B , oparty jest o założenia ogólniejsze, obejmujące poprzednie jako przypadek specjalny. Prowadzą one do bardzo poważnego zmniejszenia liczby stopni swobody do wartości $N=16$, pomniejszając w ten sposób szanse otrzymania wyraźnych informacji co do znaku B . Jeśli prawdziwe wartości współczynników regresji B_i , odpowiadających poszczególnym odmianom są bardzo różne, to uwzględnienie tej różnorodności będzie iść w parze ze znacznym obniżeniem wartości S , tak że w wyniku utrata liczby stopni swobody będzie okupiona i informacje co do znaku B będą wyraźniejsze. W naszym przypadku to nie zachodzi. Należy więc przypuszczać, że charakter danych doświadczalnych nie wskazuje na istnienie znacznych rozbieżności w wartościach współczynników regresji B_i , wobec czego rozważanie zagadnienia z punktu widzenia bardziej ogólnego schematu staje się równoznacznym z sztucznym wprowadzeniem zbytecznych komplikacji, które zaciemniają ostateczny wynik. Nie zapominajmy, że—jak to widać ze wzoru (23)—oszacowanie B nie jest bezpośrednie, tylko dokonuje się przez uprzednie oszacowanie każdego ze współczynników B_i osobno, poczem otrzymujemy oszacowanie B , biorąc średnią arytmetyczną oszacowań poszczególnych B_i . W ten sposób, to co się mogło wydawać sprzecznością, w istocie daje wyraźne informacje w interesującej nas kwestji co do znaku B oraz coś więcej, mianowicie pewne wskazówki, że pierwszy z rozważanych schematów, zakładający stałość współczynników B_i dla wszystkich odmian jest zapewne dość dokładny.

Oczywiście nie należy powyższego traktować jako rozwiązanie zagadnienia o sprawdzeniu hipotezy zakładającej, że

$$B_1 = B_2 = \dots = B_n, \quad (47)$$

co musiałyby być tematem osobnej pracy.

6. Dalsze przykłady

Dla zilustrowania zasięgu proponowanej metody może dobrze przedstawić parę dalszych przykładów zagadnień, do rozwiązania których może ona być z dobrym skutkiem stosowana.

(1) W praktyce browarnianej dokonywa się analizy słołów na t. zw. siłę diastatyczną. Do analizy można używać wyciągi badanego słołu o rozmaitych koncentracjach, 1%, 2% i t. d. do 15%. Zachodzi jednak wątpliwość, czy wynik analizy nie zależy od koncentracji

wyciągu. Dla oświetlenia tej kwestji mogą służyć wyniki analizy 13 różnych słołów przyczem dla każdego z nich oznaczano siłę diastatyczną kilkakrotnie przy zastosowaniu różnych koncentracji wyciągu.

Poniższa tabelka X przedstawia wyniki. Litera y oznacza tu (jak wyżej) zmienną niezależną = koncentracji użytego do analizy wyciągu badanego słołu. Podobnie, litera z oznacza wynik oznaczenia siły diastatycznej w pewnych jednostkach, których natura jest dla nas zresztą obojętna.

Tablica X
Siła diastatyczna słołu (z)

| Koncentracja wyciągu (y) | 1 | 3 | 5 | 8 | 10 | 15 |
|------------------------------|----|----|----|----|----|----|
| Nr słołu | | | | | | |
| 1 | 15 | 14 | 14 | 16 | — | 16 |
| 2 | 18 | 18 | 18 | 16 | 18 | 18 |
| 3 | 19 | 19 | 18 | 17 | 17 | 17 |
| 4 | 23 | 22 | 24 | 23 | 18 | 18 |
| 5 | 23 | 23 | 23 | 24 | 26 | 28 |
| 6 | 23 | 22 | 21 | 21 | 20 | 20 |
| 7 | 30 | 33 | 33 | 33 | 36 | 39 |
| 8 | 31 | 24 | 24 | 21 | 19 | 15 |
| 9 | 33 | 34 | 33 | 30 | 28 | 25 |
| 10 | 35 | 30 | 35 | 30 | 30 | 30 |
| 11 | 37 | 39 | 37 | 37 | 36 | 39 |
| 12 | 39 | 42 | 45 | 50 | 48 | 49 |
| 13 | 38 | 41 | 40 | 38 | 35 | 35 |

Łatwo jest spostrzec, że dla rozstrzygnięcia kwestji, czy wynik oznaczenia siły diastatycznej zależy od koncentracji branego do analizy wyciągu, należy zbadać regresję cząstkową wyniku analizy względem koncentracji wyciągu przy wyeliminowaniu niewymierzalnych czynników, jakimi są różne pod względem siły diastatycznej słoły. Wydaje się przytem naturalnem badać zagadnienie przedewszystkiem z pierwszego punktu widzenia (a) (obacz str. 3, punkt 3, zakładając że prawdziwa wartość współczynnika regresji B jest dla wszystkich słołów ta sama.

Wobec tego, że wartości y —za jednym wyjątkiem—są dla wszystkich słołów te same, rachunki znacznie się upraszczają. Można zresztą uprościć je jeszcze bardziej, odejmując od liczb charakteryzujących wyniki analizy tego samego słołu jakąś tę samą liczbę, co—jak to zauważyliśmy powyżej—nie wpływa na ostateczny wynik rachunków. Dla słołów Nr. 1, 2, 3 i 4 odjemnikiem takim mogłaby być liczba 10, dla kilku następnych 20 i t. p. Odjemnik nie powinien być zbyt duży, by żadna z reszt nie wypadła ujemna. Wynikające z tej ostatniej okoliczności trudności nie są zresztą zbyt groźne, gdyż pole-

gają jedynie na konieczności uważania na znaki liczb przy obliczaniu sum.

W wyniku tak przeprowadzonych rachunków otrzymujemy

$$b = -0,102, \quad P = 0,067$$

Wychodząc z punktu widzenia (b), że współczynniki regresji B_i mogą być dla poszczególnych słołów różne, otrzymujemy wynik podobny:

$$b = -0,101, \quad P = 0,003,$$

który jest jednak bardziej wyraźny. Oba zdają się świadczyć o istnieniu zależności pomiędzy wynikiem analizy słoła a koncentracją branego do badania wyciągu, przy czym zwiększenie koncentracji powodowałoby lekkie obniżenie wyniku analizy.

Praktyczny wniosek z powyższych wyników jest ten, że chcąc otrzymywać porów-

nywalne wyniki analiz różnych słołów, należy zabiegać, by analizowane wyciągi miały wszystkie tę samą koncentrację.

(2) Jako drugi przykład przytoczymy pewne zagadnienie ekonomiczne. Kursy państwowych papierów procentowych zależą od bardzo wielu czynników natury ekonomicznej i psychicznej. M. in. wchodzi tu niewątpliwie w grę ciasnota gotówkowa, której zaostżranie się musi obniżyć kursy. Przeglądając bilanse dekadowe Banku Polskiego, stwierdzić można, że obieg banknotów ulega dość znacznym wahaniom z rozmachem wynoszącym około 100 milionów złotych, czyli około 10% przeciętnej wartości. Jesteśmy więc świadkami nieregularnych wahań w wysokości obiegu i jest interesującym stwierdzić, czy odbijają się one na kursach papierów procentowych.

Tabl. XI

Kursy papierów procentowych na giełdzie warszawskiej i obieg banknotów

Kursy w % nominalnej wartości (x), obieg banknotów w milionach zł. (y)¹

1932

| Pożyczki państwowe | 10.I | 20.I | 30.I | 10.II | 20.II | 29.II | 10.III | 20.III | 30.III | 10.IV | 20.IV | 30.IV | 10.V | 20.V |
|------------------------------------|--------|--------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 3% Premjowa budowlana | — | — | 64,22 | 63,47 | 68,26 | 71,84 | 76,70 | 75,96 | 75,96 | 75,45 | 76,58 | 75,38 | 69,25 | 64,00 |
| 4% Premjowa dolarowa | — | — | 97,82 | 101,66 | 107,89 | 106,11 | 108,40 | 109,19 | 110,19 | 109,66 | 110,73 | 110,32 | 104,95 | 104,92 |
| 4% Premjowa inwestycyjna | 80,44 | 83,17 | 83,54 | 85,92 | 89,29 | 90,13 | 95,15 | 94,58 | 93,75 | 87,70 | 90,68 | 89,13 | 88,59 | 89,96 |
| 6% Dolarowa 1920 r. | 54,29 | 55,88 | 55,60 | 58,19 | 57,13 | 57,75 | 59,72 | 60,56 | 60,13 | 57,13 | 56,92 | 56,25 | 56,00 | 53,69 |
| 7% Stabilizacyjna 1927 r. | 51,98 | 53,31 | 54,95 | 55,53 | 56,13 | 57,28 | 59,50 | 58,42 | 58,83 | 54,32 | 55,29 | 53,21 | 50,23 | 48,82 |
| 10% Kolejowa serja I | 100,00 | 101,00 | 99,50 | 101,00 | 104,00 | 103,50 | — | 101,13 | 100,63 | 100,92 | 101,00 | — | 101,63 | |
| 5% Konwersyjna 1924 r. | — | — | 40,10 | 40,25 | 40,37 | 39,20 | 39,00 | 39,00 | 39,06 | 39,04 | 38,63 | 38,44 | 38,00 | 37,88 |
| Obieg banknotów | 1 137 | 1 079 | 1 152 | 1 112 | 1 069 | 1 151 | 1 112 | 1 076 | 1 131 | 1 101 | 1 058 | 1 148 | 1 104 | 1 050 |

¹ Dane według *Wiadomości Statystycznych* Głównego Urzędu Statystycznego.

Zaznaczyć należy, że do rozstrzygnięcia tej kwestji nie można brać pod uwagę notowań z okresów znacznie od siebie odległych, gdyż zmieniająca się konjunktura i zmiany w psychice publiczności mogą znacznie zaciemnić sytuację. Druga trudność polega na tem, że ruch kursów poszczególnych pożyczek państwowych nie jest równoległy (por. tablicę XI): potaniecie jednej idzie częstokroć w parze z podrożeniem innej. Chcąc więc odpowiedzieć na pytanie

ogólne, czy zmiany w wysokości obiegu banknotów wpływają na kursy papierów procentowych, musimy brać pod uwagę notowania możliwie większej liczby walorów. Łatwo jest przytem spostrzec, że chodzi znowuż o regresję cząstkową kursu pożyczki państwowej x względem wysokości obiegu banknotów y przy wyeliminowaniu niemierzalnych czynników, jakimi są poszczególne pożyczki.

Przeprowadzone w myśl wzorów powyższych rachunki dały:

przy punkcie widzenia (a)
 $b = -0,0034, \quad P = 0,37$

przy punkcie widzenia (b)
 $b = -0,0035, \quad P = 0,37$

Oba wyniki wskazują, że byłoby nie-
 zmiernie ryzykowne twierdzić, że obserwo-

wane wahania w wysokości obiegu banknotów wywierają jakikolwiek wpływ na kształtowanie się kursów pożyczek państwowych. Są to więc zapewne zupełnie normalne wahania, nie przeczące pojęciu o stałości obiegu. W każdym razie wydaje się, że wpływająca i wypływająca z Banku Polskiego gotówka omija sfery giełdowe, obracające państwowymi papierami procentowymi.

CAROLINE IWASZKIEWICZ

(Laboratoire Biométrique de l'Institut Nencki, Soc. Scient. ac Litterarum Varsoviensis.)

Sur la généralisation de la méthode de corrélation partielle pour le cas où la variable éliminée n'est pas mesurable

Sommaire

Considérons une variable aléatoire z , fonction des deux autres variables x et y . Désignons par $z(xy)$ l'espérance mathématique de z , considérée comme fonction de x et de y . On sait qu'étant donné un ensemble des valeurs simultanées de x, y et de z , le problème de corrélation partielle consiste en premier lieu dans l'approximation de la fonction $z(xy)$.

Ce problème est résolu pour le cas où les deux variables indépendantes x et y sont mesurables, c'est à dire où les valeurs de ces variables sont représentées par des nombres. D'autre part on peut citer des problèmes d'application où une des deux variables, par exemple x , ne peut pas être représentée numériquement — au moins sans une convention, qui serait étrangère au problème traité — et où il serait important de connaître la fonction $z(xy)$.

C'est justement le problème qui est le but de la note présente.

Désignons par

$$x_1, x_2, \dots, x_i, \dots, x_n \quad (1)$$

les n valeurs (non numériques) différentes de la variable x . Fixons une de ces valeurs, par exemple x_i et considérons $z(x_i, y)$ l'espé-

rance mathématique de z , fonction de y . Nous nous bornerons au cas où cette fonction est linéaire

$$z(x_i, y) = A + By \quad (2)$$

B étant le coefficient de régression partielle de z par rapport à y lorsque la variable x est éliminée. Notre problème consiste en évaluation approchée de B .

Nous allons traiter ce problème de deux points de vue.

(a) Nous allons supposer comme donné que le coefficient B est indépendant de x et, par conséquent, que la dépendance de $z(x, y)$ de x consiste en ce qu'à toute valeur x_i de x il correspond une valeur définie A_i de A . C'est le cas qui est analogue à celui de la corrélation multiple linéaire classique.

(b) Nous supposons ensuite qu'on ne sait rien si le coefficient de régression partielle B_i est indépendant de x_i .

S'il y a lieu de considérer le problème du point de vue (b), il serait intéressant de pouvoir calculer B_i pour chaque valeur x_i de x séparément. Ce serait le problème classique de corrélation entre les deux variables z et y . Malheureusement dans beaucoup de questions pratiques le nombre des observations qui correspondent à une même valeur

x_i de x est insuffisant pour pouvoir calculer B_i avec une précision appréciable. Il se pose alors la question s'il est possible de calculer au moins B , la valeur moyenne arithmétique des B_i , en se basant sur les données d'observation, correspondant aux

diverses valeurs de x . La solution du problème du point de vue (b) consiste pour nous en évaluation approchée de la moyenne B .

Les solutions s'obtiennent par l'application des résultats connus de Markow, concernant la méthode des moindres carrés.

Ad (a).

$$\text{La valeur approchée de } B = b = \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^{m_i} y_{ij} z_{ij} - \sum_{i=1}^n \frac{1}{m_i} \left(\sum_{j=1}^{m_i} y_{ij} \right) \left(\sum_{j=1}^{m_i} z_{ij} \right)}{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^{m_i} y_{ij}^2 - \sum_{i=1}^n \frac{1}{m_i} \left(\sum_{j=1}^{m_i} y_{ij} \right)^2} \quad (3)$$

La valeur approchée de l'erreur moyenne quadr. de $b = \mu =$

$$= \sqrt{\frac{\left(\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^{m_i} z_{ij}^2 - \sum_{i=1}^n \frac{1}{m_i} \left(\sum_{j=1}^{m_i} z_{ij} \right)^2 \right) \left(\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^{m_i} y_{ij}^2 - \sum_{i=1}^n \frac{1}{m_i} \left(\sum_{j=1}^{m_i} y_{ij} \right)^2 \right) - \left[\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^{m_i} y_{ij} z_{ij} - \sum_{i=1}^n \frac{1}{m_i} \left(\sum_{j=1}^{m_i} y_{ij} \right) \left(\sum_{j=1}^{m_i} z_{ij} \right) \right]^2}{\left[\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^{m_i} y_{ij}^2 - \sum_{i=1}^n \frac{1}{m_i} \left(\sum_{j=1}^{m_i} y_{ij} \right)^2 \right]^2 \left(\sum_{i=1}^n m_i - n - 1 \right)}} \quad (4)$$

Ad (b).

$$\text{La valeur approchée de } B = b = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{m_i \sum_{j=1}^{m_i} y_{ij} z_{ij} - \sum_{j=1}^{m_i} y_{ij} \sum_{j=1}^{m_i} z_{ij}}{m_i \sum_{j=1}^{m_i} y_{ij}^2 - \left(\sum_{j=1}^{m_i} y_{ij} \right)^2} \quad (5)$$

La valeur approchée de l'erreur moyenne quadr. de $B = \mu =$

$$= \sqrt{\frac{\left\{ \sum_{i=1}^n \left(\sum_{j=1}^{m_i} z_{ij}^2 - \frac{1}{m_i} \left(\sum_{j=1}^{m_i} z_{ij} \right)^2 \right) - \sum_{i=1}^n \frac{\left(m_i \sum_{j=1}^{m_i} y_{ij} z_{ij} - \sum_{j=1}^{m_i} y_{ij} \sum_{j=1}^{m_i} z_{ij} \right)^2}{m_i \left[m_i \sum_{j=1}^{m_i} y_{ij}^2 - \left(\sum_{j=1}^{m_i} y_{ij} \right)^2 \right]}{n^2 \sum_{i=1}^n \frac{m_i}{m_i \sum_{j=1}^{m_i} y_{ij}^2 - \left(\sum_{j=1}^{m_i} y_{ij} \right)^2}} \right\}}{\sum_{i=1}^n m_i - 2n}} \quad (6)$$

Ces formules peuvent être utilisées pour l'évaluation approchée des coefficients B et pour l'appréciation de la précision des résultats.

ODBITKA Z ROCZNIKÓW NAUK ROLNICZYCH
I LEŚNYCH

Jerzy Neyman

O metodach
opracowywania doświadczeń
wielokrotnych

On the methods of interpreting the results
of multiple agricultural trials

„Roczniki Nauk Rolniczych i Leśnych”. Tom XXVIII

POZNAŃ
CZCIONKAMI Drukarni Uniwersytetu Poznańskiego
1 9 3 2.

<http://rcin.org.pl>

Jerzy Neyman

O metodach opracowywania doświadczeń wielokrotnych

Z Zakładu Biometrycznego Instytutu im. M. Nenckiego, T. N. W.

(Wpłynęło dnia 21. IX. 1932 roku)

1. Uwagi ogólne

Przyjęty ogólnie sposób opracowywania doświadczeń wielokrotnych (wykonanych w kilku miejscowościach i w różnych latach) polega przeważnie na obliczaniu przeciętnych plonów z jednostki powierzchni, uzyskanych we wszystkich doświadczeniach dla każdego porównywanego obiektu (odmiana, kombinacja nawozowa, lub t. p.). Następnie, jeśli taka przeciętna np. dla obiektu *A* jest wyższa od przeciętnej dla obiektu *B*, to wykonywane są rachunki, mające na celu sprawdzenie, czy zaobserwowana nadwyżka może być wynikiem nieuniknionych wahań przypadkowych, czy też wskazuje na istotną różnicę w wydajności porównywanych obiektów.

Czasami spotykamy również pewne modyfikacje tej metody, polegające na operowaniu plonami uzyskanymi przy zastosowaniu porównywanych obiektów, przeliczonymi w $\% \%$ jakiegoś jednego z nich, względnie w $\% \%$ ich wspólnej średniej arytmetycznej.

Naszem zadaniem będzie przede wszystkim rozważenie celowości tych metod. Wychodząc będziemy z założenia, iż opracowanie doświadczeń wielokrotnych winno mieć na celu wyciągnięcie z posiadanego materiału doświadczalnego maximum informacji, które mogą być ważne w pracy praktycznej rolnika. Zobaczymy, że statystyka matematyczna może dostarczyć nam metody, która mieści w sobie oba wyżej wymienione sposoby opracowania doświadczeń, przytem okazuje się, że każdy z tych sposobów może być zastosowany tylko w ściśle określonych okolicznościach.

Jakkolwiek rozważania nasze stosują się w równej mierze do doświadczeń z dowolnymi obiektami (odmianami tej samej rośliny,

kombinacjami nawozowem, lub zabiegami uprawowemi), będziemy stale mówili o doświadczeniach nawozowych, które ostatnio były opracowane w *Z a k ł a d z i e B i o m e t r y c z n y m* i dostarczać nam będą materiału ilustracyjnego.

2. Sprecyzowanie zagadnienia

Wyobraźmy sobie, że posiadamy wyniki wielokrotnych doświadczeń nad porównaniem kilku nawozów. Dajmy na to, że wchodzi pod uwagę dwa nawozy *A* i *B*, które można nabyć po tej samej cenie i przy identycznych warunkach płatności, tak że o wyborze tego lub innego decydują jedynie względy na osiągalne plony. Wyobraźmy sobie dalej, że ogólne przeciętne plonów jakiejś rośliny na obu nawozach we wszystkich doświadczeniach wynosiły

22,21 q/ha . . . na nawozie *A*
 22,22 q/ha . . . na nawozie *B*,

przyczem nieznaczna nadwyżka plonu na nawozie *B* jest oczywiście w granicach błędu. Czy oznacza to, że stosunek nasz do obu nawozów musi być jednakowy i że nie istnieją względy gospodarcze, które mogłyby przemawiać raczej za jednym, niż za drugim?

Załóżmy najprzód, że już stosowaliśmy u siebie jeden z nawozów, np. *A* pod tę samą roślinę i że otrzymywaliśmy plony ca. 20 q/ha z nieuniknionymi wahaniami in plus i in minus. Czy z powyższych okoliczności wynika, że, stosując zamiast nawozu *A* nawóz *B*, będziemy mieli również około 20 kwintali z hektara?

Może to oczywiście zachodzić, ale może być również i tak, że plony na nawozie *B* są w różnych okolicznościach bardzo różne od plonów uzyskiwanych na nawozie *A*, pomimo że ogólne przeciętne są identycznie równe. W szczególności może się okazać, że w warunkach, gdy nawóz *A* daje wyniki gorsze od przeciętnych dla całego obszaru objętego doświadczeniami, wyniki otrzymywane na nawozie *B* są naogół lepsze i odwrotnie. Gdyby to właśnie miało miejsce w rozważanym przypadku, to otrzymany na nawozie *A* plon 20 q/ha, niższy od przeciętnego

o 2,21 q/ha, wskazywałyby, iż przeciętny wynik systematycznego stosowania nawozu *B* byłby zapewne lepszy.

Nie jest również wykluczona i sytuacja odwrotna, w której nawóz *B* wykazuje właściwości podobne co do charakteru do właściwości nawozu *A*, tylko z większym rozmachem. Wyrażałoby się to w ten sposób, że gdy stosowanie nawozu *A* daje wyniki gorsze od przeciętnych, to wyniki stosowania nawozu *B* są również gorsze od przeciętnych, lecz w dużo większym stopniu, niż wyniki stosowania nawozu *A* i odwrotnie. Gdyby tak było w istocie, to otrzymanie w jakiejś okolicy plonu na nawozie *A* o parę q niższego od ogólnej przeciętnej 22,21 musiałoby być uważane za wskazówkę, że przeciętny wynik stosowania nawozu *B* byłby zapewne jeszcze gorszy. Natomiast gdyby nawóz *A* dał plon wyższy od przeciętnego, np. 24 q/ha, to moglibyśmy oczekiwać jeszcze większej zwwyżki przy zastosowaniu nawozu *B*.

Takie byłyby możliwe sytuacje, gdyby ogólne przeciętne wyników stosowania nawozów *A* i *B* we wszystkich doświadczeniach były te same. Widzimy, że skoro tylko wiadomem jest jaką nadwyżkę w danej okolicy może dać zastosowanie jednego z tych nawozów, to racjonalność wyboru pomiędzy obu nawozami wymaga od opracowania doświadczeń wielokrotnych czegoś więcej, niż zwykłego zestawienia średnich plonów (absolutnych, lub przeliczonych w ‰ jakiegoś wzorca). Wymaga mianowicie odpowiedzi na pytanie, które sobie oznaczymy literą (a): jakiego można oczekiwać efektu zastosowania jednego z nawozów w warunkach, gdy efekt zastosowania drugiego jest jakiś znany?

Jasnym jest, że to samo pytanie będzie się w naturalny sposób nasuwało również i w tym przypadku, gdy ogólne przeciętne wyniki stosowania obu nawozów są niejednakowe.

Poniżej będziemy się zajmowali metodami odpowiedzi na pytanie (a), które jednak dogodniej będzie zastąpić przez równoważne co do treści pytanie (b):

(b) Przy zastosowaniu nawozu *A* otrzymano w pewnych warunkach plon x . Jakiej nadwyżki plonu (dodatniej lub ujemnej) należy oczekiwać przeciętnie przy zastosowaniu w tych samych warunkach nawozu *B*?

Odpowiedzi na to pytanie mogą być dwojakiego rodzaju.

1. Może się okazać, że przeciętna nadwyżka plonu na nawozie B ponad plon na nawozie A jest niezależna od każdorazowej wysokości plonu x na nawozie A . Oznaczałoby to, że jakiegokolwiek byłyby warunki, systematyczne stosowanie nawozu B zapewnia zawsze tę samą przeciętną zwyżkę plonu w stosunku do nawozu A . W takim przypadku powiedzielibyśmy, że przeciętna nadwyżka plonu na nawozie B ponad plon na nawozie A posiada charakter stałości. Stwierdzenie tego faktu wraz z zestawieniem ogólnych przeciętnych plonów na obu nawozach, stanowiłoby maximum praktycznie ważnych informacji, które dają się wyciągnąć z opracowania doświadczeń wielokrotnych¹⁾.

2. Może się okazać, że przeciętna zwyżka plonu na nawozie B ponad plon na nawozie A zależy od tego jakim jest ten ostatni plon x . Przytem ze zmianą plonu na nawozie A , a więc ze zmianą ogólnych warunków wegetacji, może ulegać zmianom wartość bezwzględna nadwyżki plonu oraz jej znak. W takim przypadku proste zestawienie ogólnych średnich plonów na nawozach A i B stanowi zapewne pewną informację, lecz może być efektywnie uzupełnione charakterystyką związku, zachodzącego pomiędzy przeciętną zwyżką plonu na nawozie B a każdorazowym plonem na nawozie A .

Wszystko powyższe odnosi się do przypadku, gdy rolnik, zastanawiający się nad wyborem pomiędzy nawozami A i B , coś wie o wynikach stosowania nawozu A w danej okolicy. Sytuacja, w której posiadane przezeń informacje dotyczyłyby wyników stosowania nawozu B , byłaby zupełnie analogiczna, z tą różnicą, że teraz interesowałyby go przeciętne nadwyżki plonu na nawozie A ponad plon na nawozie B , czy nadwyżki te posiadają charakter stałości i t. p.

Wreszcie, jeśli nic nie jest wiadomo o wynikach stosowania żadnego z nawozów porównywanych w doświadczeniach wielokrotnych, to jedyną nadającą się do wykorzystania informacją jest ogólna przeciętna nadwyżka plonu na jednym nawozie ponad

¹⁾ Mówiąc o maximum dających się uzyskać informacji, będziemy zawsze mieli na myśli przypadek, o którym wyniki doświadczeń nie zawierają godnych zaufania danych, dotyczących warunków glebowych i atmosferycznych.

plon na drugim. W tym więc ostatnim przypadku proste zestawienie przeciętnych plonów, uzyskanych na każdym z nawozów, jest wszystko co rolnik może wykorzystać. Nie zapominajmy jednak, że sytuacja taka trwa przez jeden rok, poczem wynik zastosowania jednego z branych pod uwagę nawozów pozwoli wyciągnąć już dalej idące wnioski o ewentualnych wynikach stosowania innych — pod warunkiem oczywiście, że doświadczenia wielokrotne były w odpowiedni sposób opracowane. Dodać należy, że sytuacja, w którejby nic nie było wiadomo o wynikach stosowania jednego z porównywanych nawozów, jest dość nierealna, ponieważ doświadczenia nawozowe obejmują zazwyczaj człon „bez nawozu”. Jeśli więc brak informacji o wynikach stosowania nawozów, to mogą być wykorzystane informacje o plonach na polach nienawożonych.

3. Zastosowanie teorii korelacji

Z rozważań powyższych wynika, że pierwsza część opracowania doświadczeń wielokrotnych polegać musi na zbadaniu, jaka jest w danym przypadku najodpowiedniejsza forma opracowania: czy mają być podane tylko przeciętne plony, które są zawsze interesujące, czy też należy podać coś więcej, coby charakteryzowało zmienność nadwyżki przeciętnego plonu na jednym nawozie ponad plon na drugim. Jasnym jest, że rozstrzygnięcie tej kwestji wymaga uprzedniego zbadania charakteru przeciętnej nadwyżki plonu na jednym z nawozów ponad plon na drugim.

Odpowiednie metody statystyczne są oddawna znane i polegają na obliczeniu t. zw. regresji plonu na jednym z nawozów, np. na nawozie *B* względem plonu na drugim, np. na nawozie *A*.

Oznaczamy ogólnie przez *x* i *y* plony z jednostki powierzchni, uzyskane na nawozach odpowiednio *A* i *B*. Jeśli rozporządzamy wynikami *n'* dowiadczeń²⁾, dokonanych w kilku miejscowościach i w różnych latach, to niech

$$(A) \quad x_1, x_2, \dots, x_{n'} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (1)$$

$$(B) \quad y_1, y_2, \dots, y_{n'} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (2)$$

²⁾ Stosujemy to — nieco dziwne może — znakowanie: liczba spostrzeżeń = *n'* z kreską, ze względu że jest ono używane w doskonałej książce Fishera, na którą będziemy się niżej powoływali, korzystając z opublikowanych w niej tablic.

oznaczają faktycznie uzyskane plony na obu nawozach. Jasnym jest, że bezpośredniego funkcyjnego związku pomiędzy plonem y a plonem x być nie może. Łatwo jest wyobrazić sobie takie doświadczenia, w których plony na nawozie A były mniej więcej takie same x , gdy plony na nawozie B znacznie się wzajemnie różniły. Natomiast można rozważać zależność — tym razem jednoznaczna — pomiędzy x , to znaczy wysokością plonu na nawozie A , a przeciętną plonów uzyskiwanych w tychże warunkach na nawozie B . Oznaczmy tę przeciętną przez $y(x)$. Będzie to pewna funkcja o nieznaney bliżej postaci, co do której można jednak zakładać, że jest ona ciągłą, więc że może ona być w przybliżeniu przedstawiona w postaci wielomianu:

$$v(x) = a_0 + a_1 x + a_2 x^2 + \dots + a_k x^k \quad . \quad . \quad . \quad (3)$$

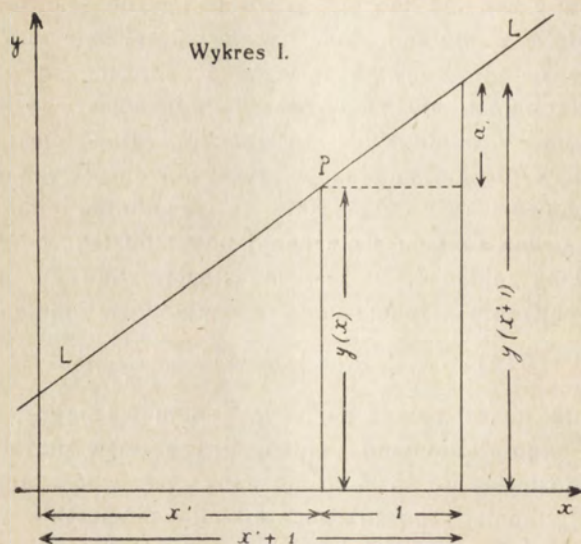
Zadanie nasze polega na przybliżonem wyznaczeniu współczynników tego wielomianu. Gdyby liczba doświadczalnych danych była dostatecznie duża, to możnaby operować wielomianami wysokiego stopnia i poszukiwać dokładnych przybliżeń funkcji $y(x)$. Jednak z reguły liczba doświadczeń wielokrotnych bywa stosunkowo bardzo mała, wobec czego wypada ograniczać się do obliczania pierwszego przybliżenia w postaci:

$$y(x) = a_0 + a_1 x \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (4)$$

Zresztą postępowanie takie jest zupełnie wystarczające do celów praktyki.

Zanim podamy wzory do obliczania współczynników a_0 i a_1 , omówmy jeszcze znaczenie ewentualnego wyniku tych obliczeń. Załóżmy więc, że równanie (4) jest znane. Równaniu temu odpowiada na płaszczyźnie linja prosta LL (patrz wykres I), t. zw. prosta regresji y względem x . Samo równanie (4) również nazywa się równaniem regresji y względem x . Weźmy pod uwagę dowolną wartość x' plonu na nawozie A i rozważmy punkt P na prostej regresji LL (wykres I), którego odcięta równa się x' . Rzędną tego punktu będzie $y(x')$ czyli przypuszczalny przeciętny plon na nawozie B w tych warunkach, w których plon na nawozie A równy jest x' . Wyobraźmy sobie teraz, że w jakichś innych warunkach zastosowanie nawozu A dało plon o jedynkę większy od poprzedniego, czyli $x' + 1$ i obliczmy

odpowiadający mu przeciętny plon na nawozie B . Z równania (4) będziemy mieli:



$$y(x' + 1) = a_0 + a_1(x' + 1) \dots (5)$$

i, jak łatwo sprawdzić,

$$y(x' + 1) = y(x') + a_1 \dots (6)$$

albo

$$a_1 = y(x' + 1) - y(x') \dots (7)$$

W ten sposób dochodzimy do interesującej interpretacji współczynnika a_1 , który, według klasycznej terminologii, nazywa się współczynnikiem regresji. Mianowicie jest to przyrost przeciętnej wartości y (przeciętnego plonu na nawozie B), odpowiadający jednostkowemu przyrostowi x (jednostkowemu przyrostowi plonu na nawozie A). Wobec takiego znaczenia współczynnik a_1 posiada jeszcze inną, intuicyjną nazwę, średniego przyrostu jednostkowego y -ka względem x^8 .

Powyżej stwierdziliśmy, że obok zależności przeciętnego plonu na nawozie B od wysokości plonu na nawozie A , może

⁸⁾ Według terminologii używanej w Zakładzie Biometrycznym J. im. N. (T. N. W.).

nas interesować zależność przeciętnego plonu na nawozie *A* od wysokości plonu na nawozie *B*. Pierwszą z tych zależności reprezentuje równanie (4). Dla zależności drugiej wypada ułożyć równanie analogiczne

$$x(y) = a_0 + a_1 y \dots \dots \dots (8)$$

przyczem jednak współczynniki a_0 i a_1 będą oczywiście w obu równaniach (4) i (8) różne. Równanie (8) nazywać będziemy równaniem regresji x względem y , a współczynnik a_1 w tem równaniu — współczynnikiem regresji x względem y , względnie średnim przyrostem jednostkowym x względem y . Wobec konieczności rozróżniania pomiędzy obu współczynnikami regresji, wprowadzone zostało specjalne znakowanie. Mianowicie współczynnik regresji y względem x oznaczany jest literą a_{yx} , ze znaczkami yx , a współczynnik regresji x względem y — literą a_{xy} ze znaczkami xy .

W teorii korelacji udawadnia się, że równania regresji (4) i (8) y względem x , i x względem y mogą być napisane w postaci

$$y(x) = \bar{y} - a_{yx}(x - \bar{x}) \dots \dots \dots (9)$$

$$x(y) = \bar{x} - a_{xy}(y - \bar{y}) \dots \dots \dots (10)$$

gdzie \bar{x} i \bar{y} oznaczają odpowiednio ogólne przeciętne zaobserwowanych wartości x i y , czyli ogólne przeciętne wszystkich plonów na każdym z porównywanych nawozów. Współczynniki regresji obliczają się ze wzorów:

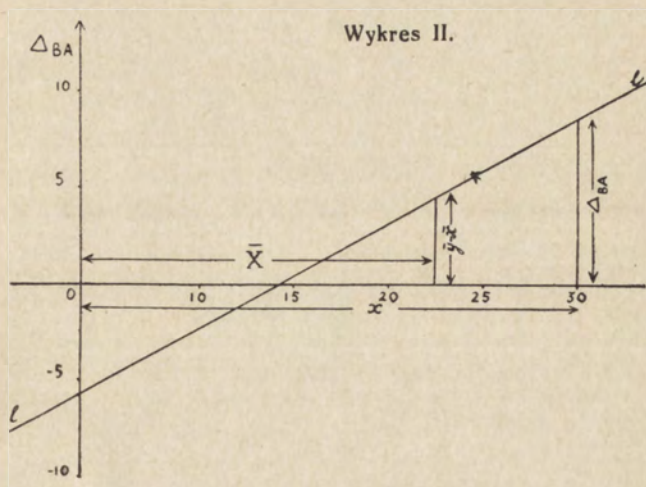
$$a_{yx} = \frac{n' \sum x_i y_i - \sum x_i \sum y_i}{n' \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2} \dots \dots \dots (11)$$

$$a_{xy} = \frac{n' \sum x_i y_i - \sum x_i \sum y_i}{n' \sum y_i^2 - (\sum y_i)^2} \dots \dots \dots (12)$$

w których

$\sum x_i$ oznacza sumę wszystkich wartości x_i plonów na nawozie *A*
 $\sum y_i$ " " " " " " " " *B*
 $\sum x_i y_i$ " " iloczynów odpowiadających sobie wartości x_i i y_i , czyli sumę iloczynów plonów na obu nawozach, uzyskanych w tem samym doświadczeniu. Wreszcie $\sum x_i^2$ i $\sum y_i^2$ oznaczają sumy kwadratów liczb x_i i y_i .

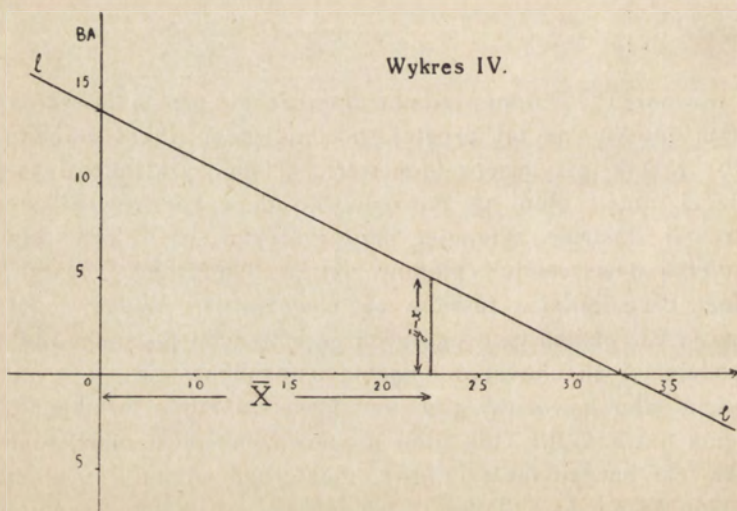
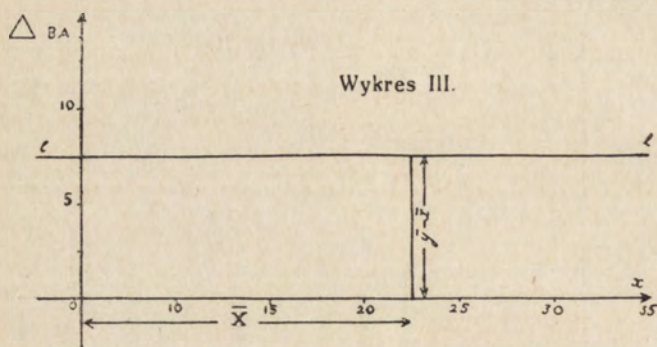
wraz ze wzrostem x . Gdyby to miało miejsce w stosunku do jakichś nawozów, to powiedzielibyśmy, że przeciętna nadwyżka plonu na nawozie B ponad plon na nawozie A nie posiada charakteru stałości.



Równaniu (15) odpowiada na płaszczyźnie prosta l (wykres II). Rzędna punktu na tej prostej, posiadającego jakąś odciętą x , byłaby równa przypuszczalnej wartości nadwyżki plonu na nawozie B ponad plon na nawozie A , gdyby ten równał się x . Wykres II ilustruje sytuację, przy której $a_{yx} > 1$ oraz ogólna przeciętna \bar{y} wszystkich plonów na nawozie B jest wyższa od ogólnej przeciętnej \bar{x} plonów na nawozie A . Widzimy z tego wykresu, że różnica tych ogólnych przeciętnych jest zupełnie niemiarodajna, jeśli chodzi o opisanie ustosunkowania się wyników działania obu nawozów, gdy jest coś wiadomo o wynikach stosowania nawozu A . Gdy plon na nawozie A jest niski, to nadwyżka jest bardzo mała i łatwo może być ujemna. Natomiast gdy plon na nawozie A jest duży, większy od ogólnej przeciętnej, to przypuszczalna przeciętna nadwyżka plonu na nawozie B jest dużo większa, niż o tem możnaby wnosić z różnicy $\bar{y} - \bar{x}$.

2. $a_{yx} = 1$. W tym przypadku $\Delta_{BA} = \bar{y} - \bar{x}$ i jest niezależna od wysokości plonu x na nawozie A . Prosta l odpowiadająca równaniu (15) jest pozioma (patrz wykres III). Δ_{BA} ma więc charakter stałości.

3. $a_{yx} < 1$. Współczynnik przy x w równaniu (15) jest ujemny. Wnosimy, że przeciętna nadwyżka plonu na nawozie B ponad plon na nawozie A maleje, gdy ten ostatni plon wzrasta.



Odpowiadająca równaniu (15) prosta // tworzy z osią odciętych kąt rozwarty (patrz wykres IV). Gdyby to miało miejsce w stosunku do jakichś nawozów, to do opisu ich wzajemnego ustosunkowania się zestawienie ogólnych przeciętnych plonów byłoby niewystarczające.

W obu przypadkach (1) i (3) najodpowiedniejszym sposobem opisanie ustosunkowania się porównywanych nawozów byłoby podanie prostych regresji, bądź w postaci równań w formie (4) lub (8), bądź graficznie, jak na wykresach II i IV, bądź wreszcie kombinując zestawienie średnich plonów \bar{x} i \bar{y} z zestawieniem współczynników regresji a_{yx} i a_{xy} . Zestawienia takie zajmują dużo mniej miejsca w druku i są z tego względu dużo wygodniejsze. Są one jednak dużo mniej przejrzyste i należy się nauczyć je odczytywać. Poniżej zajmiemy się tem szczegółowiej. Przedtem jednak wyciągnijmy nasuwające się z powyższych rozważań wnioski, dotyczące ogólnej metody opracowania doświadczeń wielokrotnych.

Jak widzieliśmy, proste zestawienie ogólnych przeciętnych \bar{x} i \bar{y} wszystkich plonów na obu porównywanych nawozach we wszystkich doświadczeniach, jest odpowiednią metodą opisanie tylko w jednym przypadku (2). W przypadkach pozostałych miarodajnymi byłyby zestawienia tych samych średnich, jednak uzupełnione informacjami o regresji. Wobec tego, że dla stwierdzenia, czy mamy do czynienia z przypadkiem (2), czy z jakim innym, niezbędnym jest obliczenie regresji, przychodzimy do wniosku, że obliczenie to jest niezbędnym szczegółem każdego wogóle opracowania doświadczeń wielokrotnych.

Przejdźmy teraz do interpretacji zestawienia ogólnych średnich plonów na kilku porównywanych nawozach ze współczynnikami regresji tychże plonów. Zestawienie takie może być podane w formie dwóch tablic, takich jak poniższe tablice I i II.

Tablica I.

Współczynniki regresji plonów.

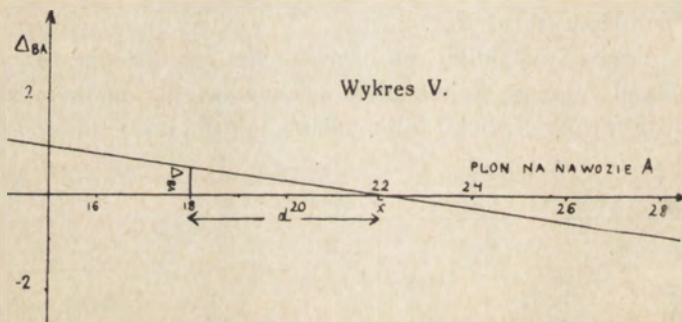
| Na nawozie | A | B | C |
|--------------------|------|------|------|
| względem plonów na | | | |
| A | 1 | 0,85 | 1,26 |
| B | 0,99 | 1 | 0,75 |
| C | 0,79 | 1,31 | 1 |

Tablica II.

| Nawóz | Przeciętne plony |
|-------|------------------|
| A | 22,21 |
| B | 22,22 |
| C | 24,03 |

Omówmy szczegółowo wnioski, nasuwające się z powyższych zestawień.

1. Porównanie nawozów *A* i *B*. Ogólne przeciętne wszystkich plonów uzyskanych na tych nawozach są praktycznie równe sobie. Można więc przypuszczać, że systematyczne stosowanie każdego z nich w całym kraju da mniej więcej te same wyniki. Wniosek ten nie byłby jednak słuszny, gdyby chodziło o przeciętne wyniki stosowania tychże nawozów w poszczególnych okolicach. Współczynnik regresji plonu na nawozie *B* względem plonu na nawozie *A*, równy 0,85, mówi nam, że gdy w jakichś warunkach plon na nawozie *A* jest o jedynekę wyższy od przeciętnego, czyli równa się ca 23 q/ha, to przeciętny plon na nawozie *B* będzie większy od swojej ogólnej przeciętnej zaledwie o 0,85 q/ha. Inaczej mówiąc: w warunkach, w których plon na nawozie *A* jest większy od swojej ogólnej przeciętnej o jakąś wielkość *d*, przeciętna nadwyżka plonu na nawozie *B* ponad plon na nawozie *A*, czyli Δ_{BA} , będzie ujemna i będzie wynosić 15% wartości *d*. Odwrotnie: gdyby plon na nawozie *A* był w jakiejś miejscowości niższy od swojej ogólnej przeciętnej o jakąś wielkość *d*, to przeciętna nadwyżka plonu na nawozie *B* byłaby w tych warunkach dodatnia i wynosiłaby 15% wielkości *d*. Sytuację ilustruje wykres V. Powyższe wnioski mogą być wykorzystane, gdy



znany jest efekt działania nawozu *A* i chodzi o informację, dotyczące ewentualnych plonów na nawozie *B*. Mogłoby się здаwać, że w powyższych wnioskach są już zawarte informacje również i co do przeciętnych wyników stosowania nawozu *A* w warunkach, w których plon na nawozie *B* jest jakiś znany.

Mianowicie może się wydawać prawdopodobnym, że przeciętna nadwyżka plonu na nawozie A ponad plon na nawozie B , czyli Δ_{AB} , będzie się zachowywać zupełnie podobnie do zachowania nadwyżki Δ_{BA} . W myśl tego możnaby oczekiwać, że gdy plon na nawozie B jest wyższy od swojej ogólnej przeciętnej, to przeciętna nadwyżka Δ_{AB} jest ujemna, oraz że jest ona dodatnia, gdy plon na nawozie B jest od swojej ogólnej przeciętnej niższy.

Twierdzenie to możnaby popierać argumentami w rodzaju następujących. Ogólne przeciętne plonów na obu nawozach są jednakowe. Wobec tego, gdy plon na jednym z nich (A) jest wyższy od wspólnej przeciętnej, to plon na drugim (B) jest niższy. Nic nie stoi na przeszkodzie odwróceniu sytuacji, przyczem możnaby powiedzieć, że gdy plon na nawozie B jest niższy od przeciętnej, to plon na nawozie A jest wyższy. W stosunku do przeciętnej nadwyżki Δ_{AB} oznaczałoby to, że jest ona dodatnia, gdy plon na nawozie B jest niski, i ujemna — gdy jest on wysoki.

Wniosek taki byłby jednak zbyt pochopny, gdyż sytuacje mogą być bardzo rozmaite. W rozważanym przypadku zachowanie się przeciętnej nadwyżki Δ_{AB} charakteryzowane jest przez współczynnik regresji plonu na nawozie A względem plonu na B , który (patrz tabl. I) jest równy 0,99, czyli praktycznie = 1. Wynika z tego, że przeciętna nadwyżka plonu na nawozie A ponad plon na nawozie B posiada charakter stałości, więc że równa się ona różnicy ogólnych przeciętnych

$$22,21 - 22,22 = -0,01 \text{ q/ha,}$$

czyli — praktycznie rzecz biorąc — zeru.

Gdybyśmy więc wybrali większą liczbę takich miejscowości i warunków wegetacji, w których plon na nawozie B posiadał jakąś tę samą wartość (wszystko jedno jaką: mniejszą, równą lub większą od ogólnej przeciętnej 22,22 q/ha), to plony w tychże warunkach na nawozie A byłyby zapewne raz większe, raz mniejsze, jednak przeciętna ich wszystkich wynosiłaby tyleż co ów pomyślany plon na nawozie B .

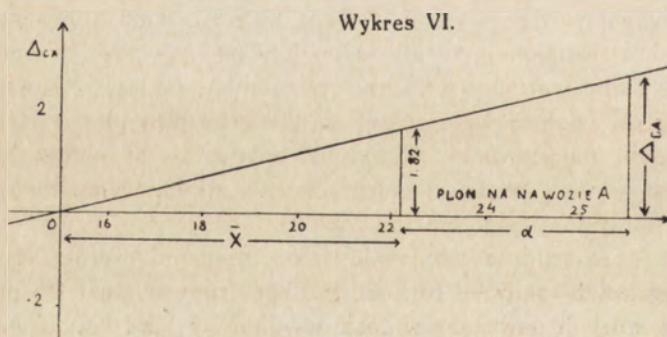
Nie jest trudnem objaśnić takie ustosunkowanie się dwu nawozów. Objąć — to znaczy skonstruować taki zespół hipotez, z których powyższe wnioski wynikałyby jako konsekwencje.

Ponieważ jednak podobnych zespołów hipotez może być wiele, byłoby bardzo nieostrożnie upierać się, że objaśnienie jest słuszne. Kwestja mogłaby być ewentualnie rozstrzygnięta tylko drogą specjalnych doświadczeń. Nie mniej — głównie w celu powiększenia intuicyjności wyciąganych wniosków — przytoczymy poniżej jeden taki objaśniający schemat. Najpierw jednak zajmujemy się porównaniem nawozów A i C oraz B i C .

2. Porównanie nawozów A i C . Sądząc z zestawienia ogólnych średnich, nawóz C daje przeciętnie lepsze plony, niż każdy z nawozów A i B . Współczynnik regresji plonu na nawozie C względem plonu na nawozie A , równy 1,26 wskazuje, że w warunkach, w których plon na nawozie A jest wyższy od swojej ogólnej przeciętnej 22,21 o jakąś wielkość d , przeciętna wartość plonu na nawozie C jest wyższa od swojej przeciętnej 24,03 o nadwyżkę d , pomnożoną przez 1,26. Inaczej możnaby powiedzieć tak: jeśli plon na nawozie A jest wyższy o d od swojej ogólnej przeciętnej 22,21 q/ha, to przeciętna nadwyżka plonu na nawozie C ponad plon na A jest wyższa od różnicy pomiędzy odnośniami ogólnymi przeciętnymi

$$24,03 - 22,21 = 1,82 \dots \dots \dots (17)$$

o 26% nadwyżki d . Jeśli natomiast plon na nawozie A jest niższy o d od swojej ogólnej przeciętnej 22,21, to przeciętna nadwyżka Δ_{CA} plonu na nawozie C jest mniejsza od 1,82 o 26% wielkości d . Przebieg zmian przeciętnej nadwyżki Δ_{CA} ilustruje wykres VI. Łatwo jest z tego wykresu spostrzec, że gdy plon na nawozie A jest bardzo mały, to przeciętna nadwyżka Δ_{CA} może być znikoma, lub nawet ujemna.

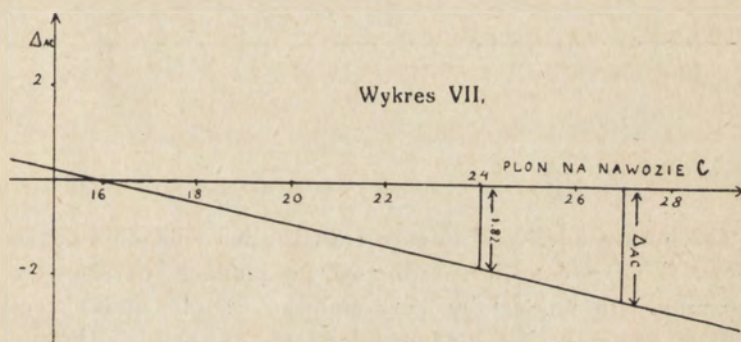


Dotąd staliśmy na punkcie widzenia sytuacji, w której znany jest plon na nawozie A i interesuje nas przeciętna nadwyżka Δ_{CA} , którą możnaby uzyskać przy zastosowaniu nawozu C . Odwróćmy teraz sytuację i załóżmy, że posiadane informacje dotyczą plonu na nawozie C , przy czym interesuje nas przeciętny wynik stosowania nawozu A .

Współczynnik regresji plonu na nawozie A względem plonu na nawozie C równy jest $0,79$. Wynika z tego, że gdy plon na nawozie C wzrasta, to przeciętna nadwyżka plonu na nawozie A , maleje. Gdy plon na nawozie C jest równy swojej ogólnej przeciętnej wartości $24,03$, to

$$\Delta_{AC} = 22,21 - 24,03 = -1,82 \text{ q/ha} \dots (18)$$

jest więc ujemna. Z powyższego wynika, że nawóz A może być lepszy od nawozu C tylko w tych przypadkach, gdy ten ostatni daje wyjątkowo niskie plony. Sytuację ilustruje wykres VII.

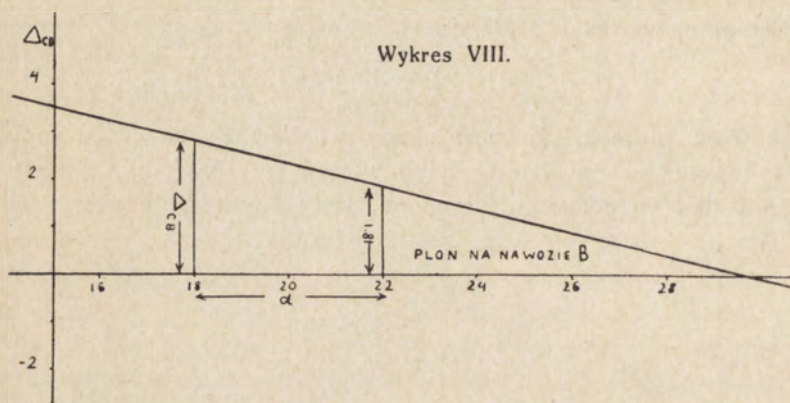


3. Porównanie nawozów B i C . Pozostaje do omówienia ustosunkowanie się nawozów B i C . O przeciętnych wynikach stosowania tych nawozów daje się powiedzieć dokładnie to samo, co było powiedziane w stosunku do nawozów A i C . Natomiast współczynniki regresji układają się w sposób zupełnie odmienny. Współczynnik regresji plonu na nawozie C względem plonu na nawozie B jest znacznie mniejszy od jedności. Wobec tego Δ_{CB} , czyli przeciętna nadwyżka plonu na nawozie C ponad plon na nawozie B szybko maleje, gdy ten ostatni plon wzrasta. Można więc przypuszczać, że gdy nawóz B daje wyniki wybitnie

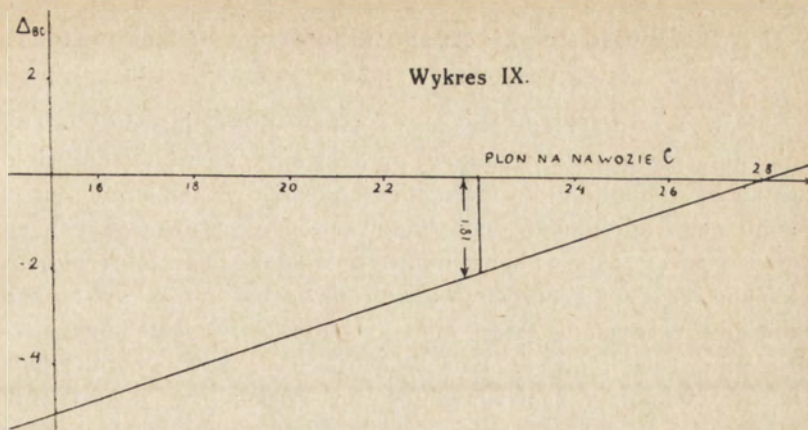
dobrze w porównaniu do przeciętnych, to zastosowanie nawozu *C* zamiast *B* dużych korzyści nie przyniesie. Natomiast gdy plon na nawozie *B* jest niższy od swojej przeciętnej wartości 22,22 q/ha, to należy się liczyć z możliwością przeciętnych zwwyżek plonu na nawozie *C* znacznie większych od ich ogólnej przeciętnej wartości

$$24,03 - 22,22 = 1,81 \text{ q/ha} \dots \dots (19)$$

Sytuacja jest przedstawiona na wykresie VIII.



Gdybyśmy mieli sądzić o ewentualnych wynikach stosowania nawozu *B* na podstawie wiadomości o plonach uzyskanych na nawozie *C*, to należałoby korzystać ze współczynnika regresji plonu na nawozie *B* względem plonu na nawozie *C*, który jest równy 1,31. Jest on wyższy od jedności. Wobec tego przeciętna nadwyżka plonu na nawozie *B* ponad plon na nawozie *C*, czyli Δ_{BC} wzrasta w miarę wzrostu plonu na tym nawozie. Gdy plon na nawozie *C* jest równy swej ogólnej przeciętnej wartości 24,03 to Δ_{BC} jest ujemna i równa się $-1,81$ q/ha. W warunkach, gdy nawóz *C* daje wyniki gorsze od przeciętnych, nadwyżka Δ_{BC} jest jeszcze mniejsza. Może być więc mowa o zastąpieniu nawozu *C* przez nawóz *B* tylko w tych warunkach, gdy nawóz *C* daje tak wysokie plony, że można mieć nadzieję, że nadwyżka Δ_{BC} zmieni swój znak i stanie się dodatnią. Taką wartość krytyczną plonu na nawozie *C* można odczytać z przytoczonego wykresu



IX, można ją też obliczyć z równania (16), które po podstawieniu liczbowych wartości liter, ma postać

$$\Delta_{BC} = -9,25 + 0,31 \cdot x \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (20)$$

gdzie x oznacza plon na nawozie C. Przyrównując Δ_{BC} do zera otrzymamy równanie do obliczania krytycznej wartości na x

$$-9,28 + 0,31 \cdot x = 0 \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (21)$$

skąd

$$x = 29,8 \text{ q/ha} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (22)$$

Gdyby więc w jakichś warunkach plon na nawozie C wynosił więcej niż 29,8 q/ha, to możnaby przypuszczać, że wyniki systematycznego stosowania nawozu B byłyby lepsze.

Należy tu jednak podkreślić z naciskiem, że na podobnych rachunkach nie należy opierać praktycznych wniosków, jeśli obliczona krytyczna wartość (w rozpatrywanym przykładzie $x = 29,8$ q/ha) leży poza obrębem plonów, które były uzyskane faktycznie w doświadczeniach zbiorowych i posłużyły do obliczania średnich i współczynników regresji. Gdyby więc najwyższy z plonów na nawozie C, z pośród wszystkich uzyskanych w doświadczeniach wielokrotnych, był niższy od 29,8 q/ha, to wszelkie wnioski co do ewentualnych plonów na nawozie B w warunkach, gdy plon na nawozie C jest wyższy, niż 29,8 q/ha, byłyby bardzo niepewne.

5. Możliwość teoretycznego schematu ustosunkowania się nawozów

Powyższe przykłady wystarczą zapewne do zilustrowania sposobu interpretowania wyników opracowania doświadczeń wielokrotnych. Zajmijmy się teraz hipotetycznym schematem mechanizmu tego lub innego ustosunkowania się porównywanych nawozów. Najprostsza konstrukcja polegałaby na założeniu, że plon na każdym z porównywanych nawozów może być przedstawiony w postaci sumy kilku składników, uzależnionych od działania zawartych w tym nawozie związków chemicznych. Dla objaśnienia rozpatrzonych wyżej sytuacji w stosunku do nawozów A , B i C wystarczy założyć, że jeden z jakichś dwu porównywanych nawozów — oznaczamy go literą α — zawiera wszystkie te związki chemiczne, które są zawarte w innym nawozie β i to w tych samych ilościach (prócz może związków obojętnych, nie wpływających na plon) plus jeszcze jakieś inne związki α' (względnie mogą to nawet być związki te same, przy czym α' oznaczałaby nadwyżkę ich ilości w stosunku do nawozu β), których nawóz β nie zawiera. Można by więc napisać

$$\alpha = \beta + \alpha' \quad (23)$$

Oznaczmy teraz przez x plon, dający się uzyskać przy zastosowaniu samego tylko nawozu β , oraz przez

$$z = x + y \quad (24)$$

plon, dający się uzyskać przy zastosowaniu nawozu α , tak że składnik y uzależniony jest od obecności w tym nawozie soli α' .

Rachunki matematyczne, których tu przytaczać nie będę, prowadzą do następujących wzorów na współczynniki regresji.

$$\text{Wsp. regr. z względem } x = a_{zx} = 1 + \frac{\sigma_y}{\sigma_x} r \quad (25)$$

$$\text{Wsp. regr. } x \text{ względ. } z = a_{xz} = 1 - \frac{(\sigma_y + r \sigma_x) \sigma_y}{\sigma_x^2 + 2 r \sigma_x \sigma_y + \sigma_y^2} \quad (26)$$

gdzie σ_x i σ_y oznaczają średnie odchylenia składników x i y odpowiednio, oraz r — współczynnik korelacji pomiędzy temiż zmiennymi. Oznaczmy jeszcze przez \bar{x} , \bar{y} i \bar{z} ogólne przeciętne wartości x , y i z , odnoszące się do ogółu doświadczeń wielo-

krotnych (faktycznie wykonanych, lub jakichś możliwych). Zależnie od wartości wszystkich tych symboli będziemy mieli ten lub inny przypadek ustosunkowania się obu nawozów α i β .

1. Załóżmy na przykład, że działanie soli α' jest zupełnie niezależne od działania soli β , tak że współczynnik korelacji $r = 0$. Będziemy mieli

$$a_{zx} = 1, \quad a_{xz} = 1 - \frac{\sigma_y^2}{\sigma_x^2 + \sigma_y^2} \dots \dots (27)$$

i ustosunkowanie się nawozów α i β byłoby zupełnie analogiczne do ustosunkowania się nawozów B i A (patrz wyżej. Dla uzupełnienia analogii należałoby jeszcze przypuścić, że $\bar{y} = 0$, czyli że dodatek soli α' do soli β równie często przynosi nadwyżki plonów dodatnie jak ujemne.

2. Można by zakładać, że współczynnik korelacji r jest dodatni. Znaczenie tego założenia jest takie: działanie soli α' jest, że tak się wyrazimy, równoległe do działań iasoli β . Gdy efekt tych ostatnich na plony jest lepszy od przeciętnego, to efekt działania soli α' jest również najczęściej lepszy. Może to mieć miejsce np. w przypadku, gdy nawóz α różni się od nawozu β nie jakościowo tylko ilościowo i α' oznacza nadwyżkę pewnych soli, obecnych w obu nawozach, których jednak nawóz α zawiera więcej, niż nawóz β .

Przy tem założeniu będziemy mieli ze wzoru (25)

$$a_{zx} > 1 \dots \dots \dots (28)$$

i wobec tego że iloczyn dwu współczynników regresji $a_{zx} a_{xz}$ nie może być większy od jedności

$$a_{xz} < 1 \dots \dots \dots (29)$$

coby odpowiadało ustosunkowaniu się nawozów C i A lub C i B . Odpowiednie założenia co do wartości ogólnych przeciętnych \bar{x} i \bar{y} z łatwością uzupełnią analogię.

3. Gdyby współczynnik korelacji r miał być ujemny, coby oznaczało, że sole α' zazwyczaj działają korzystnie na plony w tych warunkach, w których sole β dają wyniki gorsze, to współczynnik regresji a_{zx} byłby mniejszy od jedności (patrz wzór (25)). Co do współczynnika regresji a_{xz} , to może on być

mniejszy⁴⁾, równy lub większy od jedynki, zależnie od wartości σ_x , σ_y i r . Chodzi mianowicie o znak sumy

⁴⁾ W powyższych rozważaniach może się wydać nieintuicyjnym szczegół, że oba współczynniki regresji $a_{y,x}$ oraz $a_{x,y}$ mogą być jednocześnie mniejsze od jedności, co jednak w istocie jest rzeczą zupełnie zwykłą. Wydawać się bowiem może, że „skoro przyrostowi x o jedynkę odpowiada przyrost $a_{y,x}$ przeciętnego y mniejszy od jedynki, to biorąc rzecz odwrotnie i obliczając przyrost $a_{x,y}$ przeciętnego x , odpowiadający jednostkowemu przyrostowi y , musimy otrzymać liczbę od jedynki większą”.

Że to „musimy” nie jest słuszne, najłatwiej przekonamy się na przy-

Tablica III.

| Plony na nawozie A | Plony na nawozie B | Przeciętne plony na nawozie B |
|--------------------------|--------------------------|--|
| 250 | 300 | } 325 |
| 250 | 350 | |
| 300 | 300 | } 350 |
| 300 | 350 | |
| 300 | 400 | } 375 |
| 350 | 350 | |
| 350 | 400 | |

kładzie. Tablica III zawiera wyniki 7 doświadczeń z dwoma nawozami A i B. Dwie pierwsze kolumny podają plony buraków cukrowych w q/ha, otrzymane w poszczególnych doświadczeniach, kolumna ostatnia przeciętne wartości plonów na nawozie B w kilku miejscowościach, w których plony na nawozie A były te same. Nie jest również trudno obliczyć przeciętne wartości plonów na nawozie A w tych doświadczeniach, w których plony

Tablica IV.

| | | | |
|---|-----|-----|-----|
| W warunkach, gdy plon na A wynosi $x =$ | 250 | 300 | 350 |
| Przeciętny plon na B, czyli $y(x) =$ | 325 | 350 | 375 |

Tablica V.

| | | | |
|---|-----|-----|-----|
| W warunkach, gdy plon na B wynosi $y =$ | 300 | 350 | 400 |
| Przeciętny plon na A czyli $x(y) =$ | 275 | 300 | 325 |

na nawozie B były te same. Tabliczki IV i V podają zestawienia poszczególnych wartości plonów na jednym z nawozów z odpowiadającymi im przeciętnymi plonów na nawozie drugim. Z zestawień tych łatwo jest spostrzec, że przyrostowi plonu na jednym z nawozów równemu 50 q/ha odpowiada w obu przypadkach przyrost przeciętnego plonu na drugim, równy 25 q/ha, czyli że $a_{y,x} = a_{x,y} = 0,5$.

$$\sigma_y + r \sigma_x \dots \dots \dots (30)$$

w której pierwszy składnik σ_y jest dodatni, a drugi $r\sigma_x$ ujemny, wobec ujemnego znaku współczynnika korelacji r . Jeśli suma (30) jest dodatnia, to $a_{xz} < 1$, jeśli ona jest zerem, to $a_{xz} = 1$ i wreszcie, jeśli ona jest ujemna, to $a_{xz} < 1$. W ten sposób założenie o ujemnym znaku współczynnika korelacji pomiędzy składnikami x i y , kombinowane z dodatkowymi założeniami o średnich odchyleniach σ_x i σ_y oraz o ogólnych przeciętnych \bar{x} i \bar{y} wystarcza do objaśnienia każdego z rozpatrywanych wyżej ustosunkowań się dwóch nawozów. Ponieważ różne hipotezy co do wartości r — jak widzieliśmy wyżej — w równym stopniu nadają się do objaśnienia tychże faktów doświadczalnych wnosimy, że podobne konstrukcje mogą mieć znaczenie przy badaniu mechanizmów działania nawozów tylko łącznie z jakimiś rozważaniami, dotyczącymi natury chemicznej nawozów, które jednak wychodzą poza obręb zagadnień statystyki matematycznej.

6. Metody rachunkowe

Przykład I. Przejdźmy teraz do metod obliczania współczynników regresji. Najdogodniejszym do rachowania jest wzór (11), względnie (12). Powyżej objaśniliśmy znaczenie wchodzących do tych wzorów symboli. Tutaj przerobimy efektywnie wszystkie obliczenia dla jednego przykładu o charakterze ilustracyjnym. Materiał wyjściowy w postaci plonów jęczmienia na dwu nawozach A i B , uzyskanych w dziesięciu miejscowościach, oraz wszystkie rachunki początkowe zestawione są w tablicy VI.

W pierwszych trzech kolumnach uwidocznione tu są: numer daświadczenia, plon x w q/ha na nawozie A (właściwie jest to średnia arytmetyczna wszystkich plonów na nawozie A , otrzymanych w danym doświadczeniu w danej miejscowości) oraz plon y w q/ha na nawozie B . Sumując liczby w kolumnach drugiej i trzeciej otrzymujemy sumy Σx i Σy interweniujące w obu wzorach (11) i (12). Sumy te są podane u dołu każdej kolumny.

Przechodzimy do obliczania sumy iloczynów Σxy interweniującej w licznikach obu wzorów (11) i (12). Zaczynamy od przemnożenia liczb wpisanych w tych samych wierszach kolumn drugiej i trzeciej. I tak np., mnożąc 11,2 przez 12,9

Tablica VI.

| Nr. do- świadczenia | Plon na nawozie | | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
|------------------------|-----------------|-------|---------|---------|---------|---------|-------------|
| | A | B | | | | | |
| | x | y | | | | | |
| | | | xy | x^2 | y^2 | $y-x+1$ | $(y-x+1)^2$ |
| 1 | 11,2 | 12,9 | 144,46 | 125,44 | 166,41 | 2,7 | 7,29 |
| 2 | 9,2 | 10,0 | 92,00 | 84,64 | 100,00 | 1,8 | 3,24 |
| 3 | 8,1 | 9,4 | 76,14 | 65,61 | 88,36 | 2,3 | 5,29 |
| 4 | 7,2 | 8,4 | 60,48 | 51,84 | 70,56 | 2,2 | 4,84 |
| 5 | 26,5 | 27,2 | 720,80 | 702,25 | 739,84 | 1,7 | 2,89 |
| 6 | 19,9 | 20,0 | 398,00 | 396,01 | 400,00 | 1,1 | 1,21 |
| 7 | 25,3 | 25,7 | 650,21 | 640,09 | 660,49 | 1,4 | 1,96 |
| 8 | 27,3 | 29,2 | 797,16 | 745,29 | 852,64 | 2,9 | 8,41 |
| 9 | 21,0 | 24,0 | 504,00 | 441,00 | 576,00 | 4,0 | 16,00 |
| 10 | 23,5 | 25,0 | 587,50 | 552,25 | 625,06 | 2,5 | 6,25 |
| Σ | 179,2 | 191,8 | 4030,77 | 3804,42 | 4279,30 | | 57,38 |

otrzymujemy iloczyn 144,48, który wypisujemy w tymże wierszu kolumny 4. Po obliczeniu iloczynów obu plonów dla wszystkich dziesięciu doświadczeń i wypisaniu ich w kolumnie 4 sumujemy je i sumę wypisujemy u dołu.

Pozostają do obliczenia sumy kwadratów plonów x i plonów y . Temu są poświęcone kolumny 5 i 6. Do pierwszej z nich wpisujemy (brane z tablic⁵⁾ kwadraty liczb x , a do drugiej — kwadraty liczb y , następnie kwadraty te sumujemy i sumy wypisujemy u dołu.

Gdyby można być pewnym, że się przy rachunkach nie popełniło błędu, to na powyższych działaniach możnaby już przestać. Jednak niebezpieczeństwo pomyłki zawsze zachodzi i dobrze jest przerobić sprawdzenie, które nosi popularną nazwę sprawdzenia „w kwadracik”. Polega ono na uzupełnieniu opisanych przed chwilą kolumn jeszcze jedną lub paru, przyczem suma liczb w ostatniej kolumnie, zamykająca „kwadracik” (właściwie: prostokąt), jest znaną funkcją wszystkich interesujących nas bezpośrednio sum liczb w kolumnach od 2 do 6 włącznie. Przerabiając parę prostych działań na tych sumach musimy otrzymać dokładnie sumę liczb w kolumnie ostatniej i jeśli to zachodzi, to możemy mieć quasi pewność, że rachunki nasze nie zawierają błędów.

⁵⁾ Np: Barlow's Tables, Londyn, 1930.

W rozważanym przypadku sprawdzenie w kwadracik wymaga dwu dodatkowych kolumn. W pierwszej z nich, w kolumnie 7 wypisujemy powiększoną o jedynek różnicę pomiędzy plonami y i x . Rachujemy więc $12,9 - 11,2 = 1,7$. Dalej $1,7 + 1 = 2,7$, którą to liczbę wypisujemy do kolumny 7 i t. d. W kolumnie 8 wypisujemy brane z tablic kwadraty liczb kolumny poprzedniej, czyli $(y - x + 1)^2$. Tak więc liczba 7,29 jest kwadratem liczby 2,7 i t. d. Suma liczb kolumny 7 jest dla nas obojętna, natomiast interesującą jest suma liczb kolumny ostatniej. Łatwo bowiem jest sprawdzić, że równa się ona.

$$\Sigma (y - x + 1)^2 = \Sigma y^2 + \Sigma x^2 + 2 \Sigma y - 2 \Sigma x - 2 \Sigma xy + n' \quad (31)$$

gdzie n' jest, jak zwykle, liczbą wszystkich doświadczeń, w danym przypadku $n' = 10$. Podstawiając do powyższego wzoru (3) obliczone sumy kolumn 2 do 6 i 8, musimy otrzymać tożsamość. W przykładzie naszym będziemy mieli

| | |
|-----------------|-----------------|
| 4 279,30 | |
| 3 804,42 | |
| 383,60 | 8 061,54 |
| 10,00 | 358,40 |
| <u>8 477,32</u> | <u>8 419,94</u> |

Wreszcie, odejmując od pierwszej z tych sum drugą, otrzymamy 57,35, czyli identycznie to, co nam wypadło po zsumowaniu kolumny 8. Należy więc przypuszczać, że rachunki błędów nie zawierają. Możemy teraz przejść do obliczania współczynników regresji. Korzystając ze wzorów (11) i (12) będziemy mieli

$$a_{yx} = \frac{10 \cdot 4030,77 - 179,2 \cdot 191,8}{10 \cdot 3804,42 - (179,2)^2} = 1,00094 \quad . \quad . \quad (32)$$

$$a_{xy} = \frac{10 \cdot 4030,77 - 179,2 \cdot 191,8}{10 \cdot 4279,30 - (191,8)^2} = 0,98857 \quad . \quad . \quad (33)$$

Sumy liczb kolumn 2 i 3 tablicy VI podzielone przez 10 dadzą nam ogólne przeciętne plony na obu nawozach

$$\bar{x} = 17,92 \text{ q/ha oraz } \bar{y} = 19,18 \text{ q/ha} \quad . \quad . \quad . \quad (34)$$

7. Dokładność wyników

Wydawaćby się mogło, że po obliczeniu średnich \bar{x} i \bar{y} oraz współczynników regresji a_{yx} i a_{xy} opracowanie doświadczeń jest już ukończone. Pozostaje jednak do rozwiązania bardzo ważne zagadnienie o dokładności osiągniętych wyników. Daje się ono sprecyzować w sposób następujący:

Objektem naszego zainteresowania jest zachowanie się nawozów w całym kraju względnie w jakiejś jego większej części (ogólne przeciętne i współczynniki regresji). Gdyby więc chodziło o absolutną dokładność odpowiedzi na interesujące nas pytania, to należałoby pokryć półkami doświadczalnymi cały brany pod rozważenie obszar, i dopiero na podstawie wyników doświadczeń w tej olbrzymiej skali obliczać ogólne przeciętne i współczynniki regresji. Zresztą nawet i tu byłyby pewne trudności z przyjęciem, że osiągnane wyniki są absolutnie pewne, gdyż niepodobniestwem jest zastosować dwa różne nawozy do tego samego pola i może powstawać kwestja czy ten lub inny wynik nie jest związany z dobozem polek nawożonych w ten lub inny sposób. W każdym razie jasnym jest, że to czem w praktyce możemy operować — wyniki doświadczeń w paru dziesiątkach miejscowości — jest tylko drobną częścią tego materiału, który dopiero mógłby dostarczyć danych zupełnie miarodajnych. Dla sprecyzowania zagadnienia o dokładności wyników musimy tedy przeciwstawić sobie dwa rodzaje pojęć:

1. Będziemy rozważali niepoznawalne „prawdziwe“ wartości współczynników regresji, względnie ogólnych przeciętnych, odnoszące się materiału zupełnie miarodajnego, który mógłby pochodzić ze wspomnianych doświadczeń w kolosalnej skali. Materiał ten będziemy nazywali populacją generalną plonów, względnie wyników doświadczeń. Odnoszące się doń symbole oznaczać będziemy dużymi literami, więc np. A_{yx} oznaczać będzie współczynnik regresji y względem x , symbol \bar{X} oznaczać będzie ogólną przeciętną plonów x i t. p.

2. Z drugiej strony mamy do czynienia z wynikami faktycznie dokonanych doświadczeń, które możemy uważać za wylosowane z zasobu stanowiącego populację generalną. Jednostki wylosowane tworzą t. zw. populację próbną, względnie próbę.

Interesujące nas symbole (współczynniki regresji i ogólne średnie), odnoszące się do populacji próbnej będziemy, jak poprzednio, oznaczali małymi literami.

Jasnym jest, że otrzymana powyżej wartość współczynnika regresji

$$a_{yx} = 1,00094$$

odnosi się ściśle mówiąc tylko do tych dziesięciu doświadczeń, które posłużyły do jej obliczenia. Gdyby doświadczenia były powtórzone, t. zn. gdyby z populacji generalnej plonów została wylosowana nowa populacja próbna, to powtórzone dla nowego materiału te same rachunki dałyby z całą pewnością jakąś inną wartość dla tego samego współczynnika. Przytem obie te wartości, nowa i dawna 1,00094, byłyby najpewniej różne od bezpośrednio nas interesującej A_{yx} , odnoszącej się do populacji generalnej.

Powstaje wobec tego pytanie, czy wyniki wielokrotnych doświadczeń w ich praktykowanej skali mogą dać wogóle jakiekolwiek informacje w interesującej nas kwestji. Intuicja i twierdzenia matematyczne zgodnie odpowiadają na to pytanie twierdząco. Informacje te nie posiadają jednak charakteru katagorycznego. Pomijając już niemożliwość upierania się na podstawie np. powyższych rachunków, że prawdziwy współczynnik regresji A_{yx} równy jest otrzymanej liczbie $a_{yx} = 1,00094$, nie można nawet być pewnym, że jest on większy od jedynki. Nie jest np. wykluczone że $A_{yx} = 0,5$. Natomiast i intuicyjnie i opierając się na twierdzeniach matematycznych można twierdzić, że ewentualności

- (1) $A_{yx} > 1$
- (2) $A_{yx} = 1$
- (3) $A_{yx} = 0,75$ (35)
- (4) $A_{yx} = 0,50$

nie są jednakowo prawdopodobne, skoro na podstawie wyników faktycznie dokonanych doświadczeń otrzymaliśmy $a_{yx} = 1,00094$. Łatwo jest mianowicie spostrzec, że hipoteza (1) jest bardziej prawdopodobna od (2), ta znów jest prawdopodobniejsza od hipotezy (3) i t. d. Oznacza to ni mniej ni więcej, że gdy wynik doświadczeń daje np. $a_{yx} > 1$, to twierdząc, że A_{yx} jest również

> 1 , będziemy się mylili rzadziej, niż twierdząc iż $A_{yx} \leq 1$. Co do tego intuicja i matematyka są zupełnie zgodne. Jednak twierdzenia powyższe są zbyt ogólnikowe, by można było opierać na nich jakieś wnioski praktyczne. I tu musimy się uciec do statystyki matematycznej, która określa metody postępowania, gwarantujące, że odsetek przypadków, w których sąd nasz o wartości A_{yx} będzie mylny, nie przekroczy granicy, dającej się z góry przez nas samych ustalić.

Oдноśne rozważania matematyczne znajdzie czytelnik w publikacjach specjalnych, dotyczących teorii wiarygodności hipotez⁶⁾. Tu ograniczymy się do opisanie wyników w zastosowaniu do kwestyj, które nas specjalnie interesują. Będzie więc chodziło o hipotezy dotyczące wartości współczynników regresji i hipotezy dotyczące wartości różnicy pomiędzy ogólnymi przeciętnymi plonów na porównywanych nawozach.

Zajmiemy się najpierw hipotezami dotyczącymi współczynników regresji. Przy tej sposobności wypadnie nam omówić sposoby korzystania z tablic t. zw. całki „Studenta”, co się nam również przyda przy traktowaniu hipotez dotyczących różnic pomiędzy ogólnymi przeciętnymi plonów.

Ogólne rozważania teorjopoznawcze wykazują, że ewentualne wyniki sprawdzania hipotez dotyczących współczynnika regresji A_{yx} mogą być następujące:

1. Niebezpieczeństwo popełnienia pomyłki przy odrzucaniu hipotezy, że $A_{yx} \leq 1$, jest małe. W tym przypadku, wydając sądy o porównywanych nawozach liczymy się z tem, że prawdziwą jest zapewne hipoteza przeciwna, to znaczy, że $A_{yx} > 1$.

2. Niebezpieczeństwo popełnienia pomyłki przy odrzucaniu hipotezy, że $A_{yx} \geq 1$, jest małe. Jest to przypadek analogiczny do poprzedniego, z tą różnicą, że sądząc o ustosunkowaniu się nawozów, opieramy się na przypuszczeniu, że zapewne $A_{yx} < 1$.

3. Niebezpieczeństwo pomyłki przy odrzucaniu hipotezy, że $A_{yx} \leq 1$ oraz, że $A_{yx} \geq 1$, jest duże. W tym przypadku powstrzymujemy się od wypowiedania sądu co do zmian zach-

⁶⁾ Patrz np. J. Neyman: *Przyczynek do teorii wiarygodności hipotez*, Kwartalnik statystyczny, t. VI (Literatura).

dzących w wartości przeciętnej nadwyżki plonu na nawozie B ponad plon na nawozie A w miarę jak ten plon wzrasta. To powstrzymanie się od sądu oznacza w praktyce takie nasze ustosunkowanie się do obu nawozów, jak gdybyśmy mieli podstawę do sądenia o stałym charakterze nadwyżki. Nie możemy się liczyć z jej wzrostem w miarę wzrostu plonu na nawozie A , bo byłoby to równoważne z odrzuceniem hipotezy, że $A_{yx} \leq 1$. Z podobnych względów nie byłoby poprawne liczyć się z maleniem przeciętnej nadwyżki. Pozostaje więc postępować tak, jak gdyby były dane do sądenia, że jest ona stała.

Łatwo jest jednak spostrzec, że danych takich żadne doświadczenie nigdy nam dać nie może: żadne doświadczenie nie może potwierdzić żadnej hipotezy, wymieniającej wartość jakiegoś współczynnika, może natomiast ją podważyć. Najbardziej przychylną dla sprawdzanej hipotezy jest ta sytuacja, w której doświadczenie hipotezie nie przeczy. Sytuacja taka zachodziłaby właśnie w naszym przypadku (3) w stosunku do hipotezy, że $A_{yx} = 1$.

Kiedy mogą się nadarzyć powyższe sytuacje? Jeśli obliczona wartość współczynnika a_{yx} jest większa od jedynki, to jasnym jest, że hipotezy, $A_{yx} > 1$ są bardziej prawdopodobne, niż hipotezy że $A_{yx} < 1$. Mogą więc w tym przypadku zachodzić ewentualności (1) lub (3). Jest przytem zupełnie intuicyjne, że ostatnia zachodziłaby, gdyby różnica $a_{yx} - 1$ była względnie małą.

Gdyby obliczony współczynnik $a_{yx} < 1$, to mniej prawdopodobnymi byłyby hipotezy, przypisujące prawdziwemu współczynnikowi A_{yx} wartości większe od jedynki i możliwymi byłyby sytuacje (2) i (3). Decydującą w dylemacie byłaby wartość różnicy $1 - a_{yx}$.

Powyższe ma charakter intuicyjny, łatwo zapewne będzie przez czytelnika przyjęte, lecz — aby miało praktyczne znaczenie — winno być sprecyzowane.

Przedewszystkiem, co oznaczają słowa, że niebezpieczeństwo wzgl. prawdopodobieństwo pomyłki jest małe? Czy np. prawdopodobieństwo pomyłki równe 0,1 jest małe, czy duże? Na to pytanie nie można dać odpowiedzi, któraby obowiązywała ogólnie. Dla jednej osoby i w jakichś jedyńych warunkach częstość po-

myłki raz na dziesięć sądów może nie wydawać się zbyt wielką. Inna osoba, lub nawet ta sama, tylko wobec poważnych konsekwencji pomyłki, może częstość tę uznać za ogromną. Przy opracowywaniu każdego typu zagadnień każda dana osoba winna sobie konwencjonalnie ustalić granicę pomiędzy prawdopodobieństwami małymi i dużymi. Granica ta nazywa się współczynnikiem ufności. W krajach anglosaskich przy rozważaniu zagadnień przyrodniczych są w użyciu współczynniki ufności równe 0,05, 0,02 i 0,01, zależnie od wrodzonej ostrożności autora. Przy pewnych zagadnieniach natomiast, gdy pomyłka może być powodem śmierci ludzi lub zwierząt (sprawdzanie toksyczności szczepionek), współczynnik ufności bywa dużo mniejszy, np. 0,000 001⁷⁾.

Drugim punktem, wymagającym uwag dodatkowych, jest małość lub wielkość różnic $a_{yx} - 1$, wzgl. $1 - a_{yx}$. Po ustaleniu współczynnika ufności kwestja ta daje się jednak rozwiązać bez żadnych nowych konwencji. Znane bowiem są twierdzenia matematyczne, ustalające specjalne jednostki do mierzenia tych różnic (jednostką taką jest t. zw. prawdopodobne przybliżenie średniego błędu) oraz wiążące wynik takiego pomiaru z interesującym nas prawdopodobieństwem P popełnienia błędu przy odrzucaniu hipotezy, że $A_{yx} \leq 1$, wzgl. że $A_{yx} \geq 1$ ⁸⁾. Zauważmy, że oba te przypadki dają się traktować łącznie, ponieważ chodzi w gruncie rzeczy o obliczenie prawdopodobieństwa pomyłki przy odrzucaniu hipotezy, że różnica $A_{yx} - 1$ posiada znak przeciwny do znaku różnicy $a_{yx} - 1$ (który może być dodatni lub ujemny, co istoty rzeczy nie zmienia).

Prawdopodobne przybliżenie średniego błędu współczynnika regresji a_{yx} oblicza się ze wzoru

$$\mu_{a_{yx}} = \sqrt{\frac{1 - r^2}{n' - 2} \frac{n' \sum y^2 - (\sum y)^2}{n' \sum x^2 - (\sum x)^2} \cdot \cdot \cdot \cdot} \quad (36)$$

w którym interwenjuje tylko jeden nowy symbol r^2 , oznaczający

⁷⁾ Patrz np.: F. M. Durham, J. M. Gaddum and J. E. Marshall: *Toxicity Tests for Novarsenobezene*, Londyn, 1929.

⁸⁾ Właściwie P jest górnym kresem omawianego prawdopodobieństwa, które nie daje się bliżej wyznaczyć i jest tylko wiadomem, że wartość jego nie jest większa od P .

kwadrat współczynnika korelacji pomiędzy plonami na obu nawozach, równy

$$r^2 = a_{yx} a_{xy} \dots \dots \dots (37)$$

Prawdopodobne przybliżenie średniego błędu współczynnika a_{xy} obliczamy ze wzoru podobnego, mianowicie

$$\mu_{a_{xy}} = \sqrt{\frac{1 - r^2}{n' - 2} \frac{n' \sum x^2 - (\sum x)^2}{n' \sum y^2 - (\sum y)^2}} \dots \dots (38)$$

Dzieląc bezwzględną wartość różnicy pomiędzy współczynnikiem regresji a jego hipoteczna wartością (w rozpatrywanym przypadku jest nią jedynka) przez prawdopodobne przybliżenie średniego błędu, otrzymamy iloraz, który jest związany w znany sposób z poszukiwanem przez nas prawdopodobieństwem P . Wartości tego prawdopodobieństwa wyrażają się t. zw. całką „Studenta”⁹⁾ i są ułożone w tablice, których obecnie jest kilka. Najdogodniejszą dla naszych celów jest tablica K. Pearsona¹⁰⁾. Dla odnalezienia z tej tablicy prawdopodobieństwa pomyłki przy odrzucaniu hipotezy, że znak różnicy $A - 1$ jest inny od znaku $a - 1$ należy obliczyć nie wspomniany wyżej iloraz $\frac{(a-1)}{\mu}$, tylko pewną jego funkcję, mianowicie

$$z^2 = \frac{(a - 1)^2}{\mu^2 (n' - 2)} \dots \dots \dots (39)$$

Gdyby więc chodziło o hipotezę dotyczącą współczynnika A_{yx} , to

$$z^2 = \frac{(a_{yx} - 1)^2}{1 - r^2} \frac{n' \sum x^2 - (\sum x)^2}{n' \sum y^2 - (\sum y)^2} \dots \dots (40)$$

Podobnie, dla współczynnika A_{xy} mielibyśmy

$$z^2 = \frac{(a_{xy} - 1)^2}{1 - r^2} \frac{n' \sum y^2 - (\sum y)^2}{n' \sum x^2 - (\sum x)^2} \dots \dots (41)$$

Po obliczeniu z^2 możnaby już korzystać z tablicy Pearsona dla ustalenia P . Niezbędne jest jednak uprzednie wpro-

⁹⁾ „Student”: *On the Probable Error of the Mean*, [Biometrika, Vol. VI.

¹⁰⁾ K. Pearson: *Tables for Statisticians and Biometricians*, Part II, Londyn 1931, tablica XXV.

wadzenie jeszcze jednego symbolu n , t. zw. liczby stopni swobody przy obliczaniu prawdopodobnego przybliżenia średniego błędu. Jest to liczba, związana w pewien sposób z liczbą spostrzeżeń n' . W przypadku gdy sprawdzana hipoteza dotyczy wartości współczynnika regresji, liczba stopni swobody równa się liczbie spostrzeżeń pomniejszonej o dwa:

$$n = n' - 2 \dots \dots \dots (42)$$

Poszukiwany przez nas górny kres prawdopodobieństwa pomyłki przy odrzucaniu hipotezy, że znak różnicy $A_{xy} - 1$ jest inny niż znak $a_{yx} - 1$, zależy nie tylko od wartości z^2 , lecz również od liczby stopni swobody n . Im n jest większe, tem obliczane ze wzoru (36) μ jest lepszym przybliżeniem „prawdziwego” średniego błędu¹¹⁾ i tem P jest mniejsze (przy tej samej wartości z^2).

Wobec tego tablice Pearsona są podzielone na kolumny, z których każda odpowiada określonej liczbie stopni swobody n od jedynki do trzydziestu. W kolumnach tych są podane wartości $1 - P$, związane z kolejnymi wartościami z^2 . W ten sposób dla wyznaczenia P mamy wykonać następujące czynności.

1. Obliczamy z^2 ze wzoru (40), 2. odnajdujemy w tablicy Pearsona kolumnę odpowiadającą liczbie stopni swobody o którą oparte jest figurujące we wzorze na z^2 prawdopodobne przybliżenie średniego błędu, 3. odczytujemy w tej kolumnie wartość $1 - P$, związaną z obliczonym z^2 , wreszcie 4. odejmujemy od jedynki odczytaną wartość $1 - P$ i otrzymujemy P .

Należy tu zwrócić uwagę na jeszcze jeden bardzo ważny szczegół: kolumny w tablicy Pearsona są zatytułowane wartościami symbolu n , który jednak nie oznacza liczby stopni swobody, tylko liczbę stopni swobody plus jeden. Z tego też względu wartości n w tytułach kolumn przebiegają od 2 do 31.

Czytelnika może zadziwić takie skomplikowanie mało się różniących symboli i innych okoliczności, np. że podawane jest w tablicach nie P , które nas bezpośrednio interesuje, tylko

¹¹⁾ Ze względu na pokaźne już rozmiary niniejszego artykułu nie będę tu bliżej tego pojęcia omawiał. Patrz: *Metody statystyczne w zastosowaniu do zagadnień doświadczalnictwa rolniczego*, Doświadczalnictwo Rolnicze (w przygotowaniu).

1 — P . Pochodzi to m. i. z okoliczności, że omawiane tablice mają wiele rozmaitych zastosowań, które autor chciał wszystkie uwzględnić. Chcąc specjalnie ułatwić jedne rachunki, wypadło skomplikować inne.

Taką jest droga do wyznaczania P , gdy liczba stopni swobody jest mniejsza lub równa 30. Dla tych bowiem wartości ułożone są tablice Pearsona. Gdyby natomiast liczba stopni swobody była większa, to dokładne wyznaczenie P jest ściśle mówiąc niemożliwe, jednak mamy możliwość obliczenia przybliżonego, zupełnie wystarczającego do celów praktyki. Dokładność ta jest jednak niewystarczająca jeśli liczba stopni swobody jest mała.

Zamiast z^2 rachujemy

$$x = \frac{|1 - a_{yx}|}{\mu \sqrt{n}} \sqrt{n-2} = |1 - a_{yx}| \sqrt{\frac{n-2}{1-r^2} \frac{n' \sum x^2 - (\sum x)^2}{n' \sum y^2 - (\sum y)^2}} \quad (43)$$

które służy nam do sprawdzenia hipotezy dotyczącej A_{yx} i podobnie,

$$x = |1 - a_{xy}| \sqrt{\frac{n-2}{1-r^2} \frac{n' \sum y^2 - (\sum y)^2}{n' \sum x^2 - (\sum x)^2}} \quad . \quad . \quad (44)$$

jeśli chodzi o hipotezę dotyczącą A_{xy} . Przybliżoną wartość $1 - P$ odczytujemy z tablicy II, pierwszego tomu zbioru tablic Pearsona¹²⁾. Zaznaczyc należy, że zamiast naszego oznaczenia $1 - P$ jest tam oznaczenie inne, mianowicie $\frac{1}{2}(1 + \alpha)$.

7a. Przykład II.

Przeróbmy wszystkie opisane wyżej rachunki dla rozważanego poprzednio przykładu (patrz str. 176, tabl. VI). W przykładzie tym mamy $n' = 10$, więc liczba stopni swobody $n = 8$.

Mamy kolejno:

$$\begin{aligned} a_{yx} &= 1,00094, & (a_{xy} - 1)^2 &= (0,00094)^2 = 0,000\,000\,8836 \\ a_{xy} &= 0,98857, & (1 - a_{xy})^2 &= (0,01143)^2 = 0,000\,130\,6449 \\ r^2 &= a_{yx} a_{xy} = 0,98950, & 1 - r^2 &= 0,01050 \\ n' \sum x^2 - (\sum x)^2 &= 5931,56 \\ n' \sum y^2 - (\sum y)^2 &= 6005,76 \end{aligned} \quad (45)$$

¹²⁾ K. Pearson: *Tables for Statisticians and Biometricians*, Part I, Londyn, 1928.

Chcąc obliczyć P , czyli górny kres prawdopodobieństwa pomyłki przy odrzucaniu hipotezy, że $A_{yx} \leq 1$, rachujemy

$$z_1^2 = \frac{0,000\,000\,8836}{0,0105} \frac{5931,56}{6005,76} = 0,00008 \dots (46)$$

Analogicznie, dla wyznaczenia P odnoszącego się do hipotezy, że $A_{xy} \geq 1$ obliczamy

$$z_2^2 = \frac{0,000\,130\,6449}{0,0105} \frac{6005,76}{5931,56} = 0,01260 \dots (47)$$

Ponieważ liczba stopni swobody równa się $n=8$, poszukujemy wartości $1-P$ w kolumnie zatytułowanej $n=9$. Pierwsza z obliczonych wartości z^2 zawarta jest pomiędzy następującymi uwzględnianymi w tablicy wartościami:

$$\begin{aligned} z^2 = 0,00000, \quad 1-P = 0,5000000 \\ z^2 = 0,01010, \quad 1-P = 0,6082878 \end{aligned} \dots (48)$$

Interpolacja jest oczywiście zbędna. Jest też właściwie zbędne podawanie wartości $1-P$ oraz P z tak znaczną liczbą znaków dziesiętnych. Robię to jedynie w celu ewentualnego ułatwienia zorientowania się w urządzeniu tablic, w których można podawane liczby odszukać.

Poszukiwany górny kres prawdopodobieństwa pomyłki równy jest około 0,4. Gdybyśmy więc w tych i podobnych warunkach odrzucali hipotezę, że $A_{yx} \leq 1$, czyli uważali, że $A_{yx} > 1$, to moglibyśmy się przytem mylić ca cztery razy na dziesięć. Jest to prawdopodobieństwo ogromne, więc wypada uważać, że mamy do czynienia z sytuacją (3), w której posiadany materiał nie zaprzecza hipotezie, że $A_{yx} = 1$. Tę też hipotezę wypada przyjąć i uważać, że przeciętna nadwyżka plonu na nawozie B ponad plon na nawozie A posiada charakter stałości.

Przejdźmy teraz do nasuwającej się hipotezy, że $A_{xy} < 1$, i rozważmy, czy posiadamy dostateczne podstawy do niewiary w hipotezę przeciwną, mianowicie, że $A_{xy} \geq 1$. Odnosne z_2^2 jest zawarte pomiędzy następującymi wartościami, uwzględnianymi w tablicy Pearsona:

$$\begin{aligned} z^2 = 0,010\,10, \quad 1-P = 0,608\,2878, \quad P = 0,392\,7122 \\ z^2 = 0,020\,41, \quad 1-P = 0,651\,6230, \quad P = 0,348\,3770 \end{aligned} (49)$$

Nasuwający się stąd wniosek jest analogiczny do poprzedniego. Jakkolwiek z rachunku wypadło nam $a_{xy} < 1$, jednak prawdopodobieństwo pomyłki przy odrzuceniu hipotezy, że $A_{xy} \leq 1$ jest tak duże (ca 0,4), że obstawanie przy twierdzeniu, iż $A_{xy} < 1$, jest niemożliwe. Wypada więc przyjąć, że również średnia nadwyżka plonu na nawozie A ponad plon na nawozie B posiada charakter stałości.

Ostateczny wniosek z obu powyższych rachunków jest ten że proste zestawienie ogólnych średnich plonów na obu porównywanych nawozach stanowi maximum dających się wyzyskać informacji.

7b. Przykład III.

Na podstawie wyników 44 doświadczeń z nawozami A i B pod buraki cukrowe zostały wykonane rachunki w myśl opisanych wyżej zasad, przyczem uzyskano następujące wyniki:

$$\text{Ogólne przeciętne} \begin{cases} \text{na nawozie A: } \bar{x} = 354,72 \text{ q/ha} \\ \text{na nawozie B: } \bar{y} = 353,18 \text{ q/ha} \end{cases} \quad (50)$$

$$\text{Współczyn. regr.} \begin{cases} \text{plonu na B wzgl. na A: } a_{yx} = 0,850382 \\ \text{plonu na A wzgl. na B: } a_{xy} = 1,044227 \end{cases} \quad (51)$$

$$\begin{aligned} n' \sum x^2 - (\sum x)^2 &= 11\,397\,095,04 \\ n' \sum y^2 - (\sum y)^2 &= 9\,281\,390,44 \end{aligned} \quad \cdot \cdot \cdot \cdot \quad (52)$$

Obliczone wartości współczynników regresji wskazują, że zapewne $A_{yx} < 1$, oraz $A_{xy} > 1$. Obliczmy prawdopodobieństwa pomyłki przy ewentualnem przyjęciu tych hipotez, lub, co na jedno wychodzi, przy odrzuceniu hipotez przeciwnych $A_{yx} \geq 1$ oraz $A_{xy} \leq 1$.

Liczba stopni swobody wynosi $n = 44 - 2 = 42$, jest to więc przypadek, w którym musimy rachować x ze wzoru (43) i (44) i korzystać z pierwszego tomu tablic Pearsona. Mamy kolejno:

$$\begin{aligned} 1 - a_{yx} &= 0,149\,618 \\ a_{xy} - 1 &= 0,044\,227 \\ r^2 = a_{xy} a_{yx} &= 0,887\,992, \quad 1 - r^2 = 0,112\,008 \end{aligned} \quad (53)$$

$$x_1 = 0,149\ 618 \sqrt{\frac{40}{0,112\ 008} \frac{11\ 397\ 095,04}{9\ 281\ 390,44}} = 3,133$$

$$x_2 = 0,044\ 227 \sqrt{\frac{40}{0,112\ 008} \frac{9\ 281\ 390,44}{11\ 397\ 095,04}} = 0,754$$

W tablicy II pierwszego tomu tablic Pearsona znajdziemy kolejne wartości x pomiędzy którymi zawarta jest obliczona wartość $x_1 = 3,133$. Mamy w ten sposób:

$$\begin{array}{l} x = 3,13 \quad 1 - P = 0,999\ 1260 \quad P = 0,000\ 8740 \\ x = 3,14 \quad 1 - P = 0,999\ 1553 \quad P = 0,000\ 8447 \end{array} \quad (54)$$

Z liczb powyższych wnosimy, że prawdopodobieństwo pomyłki przy odrzucaniu hipotezy, że $A_{yx} \geq 1$, jest mniejsze od 0,000 87, jest więc bardzo małe. Możemy tedy hipotezę tę spokojnie odrzucić i przyjąć przeciwną, że $A_{yx} < 1$.

Przechodząc do rozważania hipotezy, że $A_{xy} > 1$, znajdziemy w tablicy kolejne wartości x pomiędzy którymi zawarta jest wartość obliczona $x_2 = 0,754$.

$$\begin{array}{l} x = 0,75, \quad 1 - P = 0,773\ 3726 \quad P = 0,226\ 6274 \\ x = 0,76, \quad 1 - P = 0,776\ 3727 \quad P = 0,223\ 6273 \end{array} \quad (55)$$

W tym przypadku prawdopodobieństwo pomyłki przy odrzucaniu hipotezy, że $A_{xy} \leq 1$ może być znów duże, ponieważ odnośny górny kres $P = \text{ca } 0,23$. Nie mamy więc dostatecznych podstaw do zaryzykowania, twierdzenia, że $A_{xy} \geq 1$.

Reasumując powyższe wyniki możnaby powiedzieć, że przeciętna nadwyżka plonu na nawozie A ponad plon na nawozie B posiada charakter stałości, a przynajmniej, że nie mamy powodu do wątpliwości w tym względzie. Z drugiej strony przeciętna nadwyżka plonu na nawozie B ponad plon na nawozie A stałą nie jest i mianowicie maleje, gdy plon na nawozie A wzrasta. Różnica pomiędzy ogólnymi przeciętnymi nie jest duża — wnosimy stąd, że w okolicach w których plon na nawozie A bywa dużo niższy od przeciętnego, nawóz B da zapewne wyniki (przeciętnie biorąc) lepsze, niż nawóz A . W przypadkach, gdy posiadane informacje dotyczą plonów na nawozie B i chcielibyśmy sądzić o ewentualnych wynikach zastosowania nawozu A , jedyną informacją dostarczoną przez rozważane doświadczenia wiel-

krotne, jest zestawienie ogólnych średnich: nawóz A daje przeciętnie mniej więcęj tyleż, co i nawóz B .

8. Możliwość przeliczania plonów w $\% \%$ wzorca

We wstępie zaznaczyłem, że opisane wyżej metody opracowania doświadczeń wielokrotnych obejmuje metody praktykowane dotychczas (zestawienia ogólnych przeciętnych plonów, wzgl. zestawienia przeciętnych plonów w $\% \%$ plonu jakiegoś wzorca), jako przypadki specjalne, stosowalne tylko w pewnych określonych okolicznościach.

W stosunku do zestawień ogólnych przeciętnych zostało to już stwierdzone. Obecnie zajmujemy się drugą częścią twierdzenia i wykażemy że przeliczanie plonów na poszczególnych nawozach w $\% \%$ jednego z nich, przyjętego za wzorec, oraz podawanie ogólnych przeciętnych z tych liczb stosunkowych, może być celowe tylko w jednym specjalnym przypadku, przyczem kwestja czy ten przypadek zachodzi, czy nie, może być rozstrzygnięta przez obliczenie regresji. Wykażemy również, że nawet gdyby obliczanie plonów w $\% \%$ wzorca było celowe, to znaczy nie wprowadzało do badanego materiału rzeczy mu obcych, to informacje uzyskiwane z równania regresji nie będą mniejsze i z pewnością będą bardziej dokładne.

Jeśli więc proste zestawienie ogólnych średnich może w pewnych warunkach stanowić maximum nadających się do wykorzystania informacji, to zestawienie ogólnych przeciętnych plonów, przeliczonych w $\% \%$ wzorca zawsze będzie dawać rolnikowi mniej, niż opracowanie metodami wyżej opisanymi.

Kiedy może być skutecznie wykorzystana informacja, że plon na nawozie B wynosi przeciętnie $U_0 \%$ plonu na nawozie A ?

Niezbędnym warunkiem tego jest stałość stosunku pomiędzy wysokością plonu na nawozie A . Oznaczmy te plony, jak wyżej, przez y i x odpowiednio. Sformułowany powyżej warunek o stałości stosunku $\frac{y}{x}$ nie oznacza oczywiście tego, że w wyniku każdego danego doświadczenia musimy mieć dokładnie tę samą wartość $U = \frac{y}{x} 100$. W tej formie warunek nie byłby oczywiście nigdy spełniony. Chodzi jednak o to, by wahania stosunku U w po-

szczególnych doświadczeniach posiadały charakter przypadkowy, nie związane z dającymi się uchwycić warunkami doświadczenia.

Powyższe daje się sprecyzować w sposób następujący. Wyróżnijmy z populacji generalnej ewentualnych doświadczeń szereg takich, w których warunki glebowe i atmosferyczne składają się na jakiś jeden i ten sam efekt stosowania nawozu A , wyrażający się w tej samej wysokości plonu na tym nawozie. Niech x_1 oznacza ten plon. Warunki doświadczeń, które były w ten sposób jednolite względem nawozu A , nigdy zapewne nie okażą się jednolitemi względem nawozu B i plony na tym nawozie będą z całą pewnością wszędzie różne, np.

$$y_{11}, y_{12}, \dots, y_{1i}, \dots, y_{1k}, \dots \quad (56)$$

pomimo, że plon na nawozie A był ten sam. Litera k oznacza powyżej liczbę tych doświadczeń, w których plon na nawozie A jest równy x_1 .

Jednocześnie z plonami na nawozie B będą ulegały wahaniom wartości tychże plonów przeliczone w $\%$ odpowiedniego plonu na nawozie A . Będą to liczby

$$U_{11}, U_{12}, \dots, U_{1i}, \dots, U_{1k}, \dots \quad (57)$$

z których każda, np. U_{1i} będzie związana z x_1 i odpowiednim plonem na nawozie B , czyli y_{1i} , następującym równaniem

$$U_{1i} = \frac{y_{1i}}{x_1} \cdot 100 \quad \dots \quad (58)$$

Oznaczamy przez U_1 przeciętną z liczb (57), czyli

$$\begin{aligned} U_1 &= \frac{1}{k} (U_{11} + U_{12} + \dots + U_{1k}) = \\ &= \frac{1}{k} \frac{y_{11} + y_{12} + \dots + y_{1k}}{x_1} \cdot 100 = \frac{y(x_1)}{x_1} \cdot 100 \quad \dots \quad (59) \end{aligned}$$

gdzie $y(x_1)$ oznacza przeciętny plon na nawozie B w warunkach, w których plon na nawozie A równy jest x_1 .

Ustalmy teraz jakąś inną wartość x_2 plonu na nawozie A i wyróżnijmy miejscowości i warunki wegetacji, w których plon ten faktycznie równa się x_2 . Dla miejscowości tych można będzie obliczyć liczbę U_2 , analogiczną do U_1 , wyrażającą przeciętną plonów na nawozie B przeliczonych w $\%$ na nawozie A , czyli x_2 . Będziemy mieli

$$U_2 = \frac{y(x_2)}{x_2} \cdot 100 \quad (60)$$

gdzie $y(x_2)$ oznacza znowuż przeciętną plonów na nawozie B w tych warunkach, w których nawóz A daje plon x_2 .

Może się teraz zdarzyć, że jakakolwiek byłaby pomyślana wartość plonu x_2 , liczba

$$U_2 = U_1 \quad (61)$$

lub przynajmniej, że równość ta zachodzi w przybliżeniu. Gdyby to miało miejsce, to ustalenie — chociaż przybliżone — tej wspólnej wartości — nazwimy ją U_0 — liczb U stanowiłoby bardzo ważną informację dla rolnika. Jeśli $U_0 > 100$, np. $U_0 = 110$, to zastanawiając się nad wyborem pomiędzy nawozami A i B mógłby sobie rolnik powiedzieć: niepodobna oczywiście przewidzieć jakie byłyby plony na danym polu, gdyby je nawożono nawozem A lub B , jednak jakiegokolwiek byłyby warunki, to znaczy jakiegokolwiek byłby ewentualny plon na nawozie A , przeciętna plonów na nawozie B jest o 10% wyższa — można więc mieć nadzieję, że i w danym przypadku wyniki stosowania nawozu B będą lepsze od wyników stosowania A , gdyż przypadek przeciwny zachodzić musi rzadziej.

Jeśli więc stosunek $U = \frac{y(x)}{x} \cdot 100$ ma charakter stałości,

to wyznaczenie jego wartości U_0 , odnoszącej się do populacji generalnej może być przez rolnika wykorzystane zupełnie tak, jak może być wykorzystana ogólna przeciętna nadwyżka plonu na jednym z nawozów ponad plon na drugim, gdy ma ona charakter stałości.

Inaczej się rzecz przedstawia gdy liczby U zmieniają się zależnie od tego jaką wartość ma x , są np. większe, gdy x jest małe i maleją w miarę jak x posiada wartości wyższe. W tych warunkach informacja co do wartości przeciętnej U_0 jest tak samo niewystarczająca, jak informacja co do ogólnej przeciętnej nadwyżki plonu na jednym nawozie ponad plon na drugim, gdy ta nie posiada charakteru stałości.

Powyższe rozważania stoją w bezpośrednim związku z omówionymi wyżej metodami zastosowania teorii korelacji do interesujących nas zagadnień. Związek pomiędzy plonem na na-

wozie A , a odpowiadającą mu przeciętną plonów na nawozie B , czyli $y(x)$ ustala równanie regresji

$$y(x) = A_0 + A_{yx} x \dots \dots \dots (62)$$

Dla otrzymania liczby U należy $y(x)$ podzielić przez x i pomnożyć przez 100. Będziemy więc mieli równanie

$$U = \frac{y(x)}{x} \cdot 100 = \left(\frac{A_0}{x} + A_{yx} \right) \cdot 100 \dots \dots (63)$$

z którego wynika, że U jest niezależne od x wtedy i tylko wtedy gdy wyraz wolny w równaniu regresji (63), czyli

$$A_0 = \bar{y} - A_{yx} \bar{X} = 0 \dots \dots \dots (64)$$

Jeśli okoliczność ta zachodzi, wtedy

$$U = U_0 = A_{yx} \cdot 100 \dots \dots \dots (65)$$

Przyszliśmy więc do następujących wniosków.

1. Aby podawanie w opracowaniu doświadczeń wielokrotnych liczby U_0 , czyli przeciętnej wartości plonów na nawozie B , przeliczonych w $\%/\%/\%$ plonów na nawozie A , było celowe, niezbędnym jest, by wyraz wolny w równaniu regresji równał się zeru.

2. W przypadku gdy to zachodzi, poszukiwana liczba U_0 równa jest współczynnikowi regresji A_{yx} pomnożonemu przez 100. Z tej ostatniej okoliczności wynika, że chcąc, jaknajdokładniej obliczyć liczbę U_0 , należy obliczyć współczynnik regresji a_{yx} według wzoru (11), który opiera się na metodzie najmniejszych kwadratów i zapewnia najlepsze wykorzystanie posiadanych danych doświadczalnych.

W ten sposób opracowanie doświadczeń, polegające na przeliczeniu plonów na nawozie B w $\%/\%/\%$ plonów wzorcowych, łatwo może się okazać niecelowe. W tych zaś wypadkach, gdy jest ono celowe, obliczenie współczynnika regresji jest bardziej efektywnym środkiem do poznania interesującej nas liczby U_0 , odnoszącej się do populacji generalnej.

9. Wiarogodność hipotezy, że $A_0 = 0$.

W związku z powyższymi rozważaniami wypada nam omówić w jaki sposób możnaby stwierdzić, że liczba U_0 stanowi miarę-

dajną informację o wzajemnem ustosunkowaniu się nawozów. Będzie to zachodziło, gdy posiadane dane doświadczalne nie będą przeczyły hipotezie, że $A_0 = 0$.

Postępujemy przytem zupełnie tak, jak w przypadku gdy chodziło o hipotezy dotyczące wartości A_{yx} , mianowicie, jeśli liczba stopni swobody (ta sama co w przypadku poprzednim $n = n' - 2$) jest nie większa od 30, to rachujemy

$$z^2 = \frac{a_0^2}{n \mu^2} \dots \dots \dots (66)$$

gdzie

$$a_0 = \bar{y} - a_{yx} \bar{x} \dots \dots \dots (67)$$

jest wyrazem wolnym w równaniu regresji, odnoszącym się do populacji próbnej.

W razie przeciwnym, t. zn. jeśli $n > 30$ obliczamy

$$x = \frac{|a_0|}{\mu \sqrt{n}} \sqrt{n-2} \dots \dots \dots (68)$$

następnie korzystamy z tablic Pearsona, jak to było wyżej opisane. Różnica zachodzi dopiero we wzorze na prawdopodobne przybliżenie średniego błędu μ , który obecnie wygląda jak następuje

$$\mu = \sqrt{\frac{1-r^2}{n} \frac{n' \sum y^2 - (\sum y)^2}{n' \sum x^2 - (\sum x)^2} \frac{\sum x^2}{n'}} \dots \dots (69)$$

gdy chodzi o hipotezę dotyczącą wyrazu wolnego w równaniu regresji y względem x , to znaczy gdy chodzi o pytanie, czy stosunek plonu na nawozie B do plonu na nawozie A jest niezależny od wysokości tego ostatniego plonu. W przypadku odwrotnym, gdyby chodziło o kwestję niezależności stosunku plonu na nawozie A do plonu na nawozie B od wysokości tego ostatniego, to należałoby rozważyć wolny wyraz w równaniu regresji x względem y i musielibyśmy obliczać wzór, który łatwo otrzymamy ze wzoru (69) przez prostą zamianę miejsc liter x i y .

Ostateczne wzory do obliczania z^2 (66) i x (68) byłyby dla przypadku regresji y względem x następujące

$$z^2 = \frac{a_0^2}{1-r^2} \frac{n' \sum x^2 - (\sum x)^2}{n' \sum y^2 - (\sum y)^2} \frac{n'}{\sum x^2} \dots \dots (70)$$

$$x = |a_0| \sqrt{\frac{n-2}{1-r^2} \frac{n' \sum x^2 - (\sum x)^2}{n' \sum y^2 - (\sum y)^2} \frac{n'}{\sum x^2}} \quad \cdot \cdot \quad (71)$$

Przykład IV. Zbadajmy dla przykładu czy można uważać, że stosunek plonu na nawozie *B* do plonu na nawozie *A* w powyższym przykładzie III posiada charakter stałości.

Wolny wyraz w równaniu regresji *y* względem *x* dla populacji próbnej równy jest

$$a_0 = \bar{y} - a_{y,x} \bar{x} = 353,18 - 354,72 \cdot 0,850382 = 51,53 \quad \cdot \quad (72)$$

jest więc dodatni. Podsuwa to hipotezę, że A_0 — wolny wyraz w równaniu regresji odnoszającym się do populacji generalnej — jest również dodatni. Gdyby tak było, to stosunek plonu na nawozie *B* do plonu na nawozie *A* nie posiadałby charakteru stałości, byłby bowiem zależny od wysokości plonu *A*. Należy jednak sprawdzić, czy istotnie hipoteza, że $A_0 = 0$, zasługuje na niewiarę. W tym celu wyznaczmy *P*, czyli górny kres prawdopodobieństwa popełnienia błędu gdybyśmy hipotezę tę chcieli odrzucić. Wobec tego że liczba stopni swobody $n = 44 - 2 = 42$, więc jest większa od 30, wypada nam obliczyć *x* ze wzoru (71). Będziemy przytem korzystali częściowo z rachunków wykonanych przy przerabianiu przykładu III. Prócz tego potrzebna nam jeszcze będzie wartość $\sum x^2$, która dla plonów na nawozie *A* równa się 5 795 608,16. Podstawiając do wzoru (71) mamy:

$$x = 51,53 \sqrt{\frac{40}{0 \cdot 112008} \frac{11397095,04}{9281390,44} \frac{44}{5795608,16}} = 2,878 \quad (73)$$

Z pierwszego tomu tablic Pearsona (tabl. II) odczytujemy teraz wartości $1 - P$ odpowiadające kolejnym wartościom na *x*, pomiędzy którymi znajduje się wartość obliczona $x = 2,878$

$$\begin{array}{lll} x = 2,87 & 1 - P = 0,9979 & P = 0,0021 \\ x = 2,88 & 1 - P = 0,0080 & P = 0,0020 \quad \cdot \cdot \quad (74) \end{array}$$

Z liczb tych wynika, że niebezpieczeństwo pomyłki odrzucenia hipotezy $A_0 = 0$ jest minimalne, mniejsze od 0,0021. Wypada więc uznać, że dane doświadczalne wskazują, że A_0 jest zapewne większe od zera, więc że stosunek plonu na nawozie *B* do plonu na nawozie *A* nie jest stały. Z równania (63) łatwo jest spostrzec, że musi on systematycznie maleć, gdy plon na nawozie *A* wzrasta.

10. Przedziały ufności

W związku z opracowaniem doświadczeń wielokrotnych wypada nam zaznaczyć się z jeszcze jednym pojęciem ze statystyki matematycznej, które nosi nazwę przedziału ufności i jest bezpośrednio związane z omawianymi powyżej pojęciami z teorii wiarygodności hipotez.

Zacznijmy od omówienia konkretnych zagadnień rolniczych, do rozważania których niezbędny jest przedział ufności.

Opracowanie doświadczeń wielokrotnych sprowadza się, jak widzieliśmy wyżej, do przybliżonego wyznaczenia wartości tych lub innych cech — tak zw. cech zbiorczych — populacji generalnej plonów na porównywanych nawozach. W myśl rozważań rozdziałów poprzednich taką miarodajną cechą zbiorczą może być czasem różnica pomiędzy ogólnymi przeciętnymi, czasem równanie prostej regresji, czasem wreszcie — gdy wyraz wolny w tem równaniu jest równy zeru — współczynnik regresji plonu na jednym z nawozów względem plonu na drugim.

W rozdziałach powyższych nauczyliśmy się rozróżniać te przypadki.

Wyobraźmy sobie teraz, że odnośne badania w stosunku do jakichś doświadczeń wielokrotnych zostały już wykonane i że stwierdziliśmy jaki jest najodpowiedniejszy sposób opisanie wyników. Może to być np. różnica pomiędzy ogólnymi przeciętnymi $\bar{x} - \bar{y}$, względnie liczba $U_0 = A_{y,x} 100$. Powyżej nauczyliśmy się szacować te wielkości odnoszące się do populacji generalnej. I mianowicie prawdopodobnym przybliżeniem przeciętnej nadwyżki $\bar{X} - \bar{Y}$ jest zaobserwowana ogólna przeciętna nadwyżka $\bar{x} - \bar{y}$; prawdopodobnym przybliżeniem współczynnika $A_{y,x}$ jest $a_{y,x}$. Czy jednak można obstawać, że pomiędzy temi cechami zbiorczymi populacji generalnej i takimiż wylosowanej z niej próby zachodzi dokładna równość?

Wobec niewątpliwie przeczącej odpowiedzi na to pytanie, dochodzimy do wniosku, że maximum informacji o wartości jakiejś cechy zbiorczej, odnoszącej się do populacji generalnej — oznaczamy tę cechę ogólnie W , przyczem może to być równie dobrze $\bar{X} - \bar{Y}$, lub $A_{y,x}$ lub t. p. — stanowić może przedział

np. od jakiejś liczby W_1 do jakiejś innej W_2 , w którym najprawdopodobniej znajduje się poszukiwana liczba W , tak że

$$W_1 \leq W \leq W_2 \dots \dots \dots (75)$$

W teorii wiarygodności hipotez statystycznych znane są metody, pozwalające na wyznaczenie takiego przedziału — t. zw. przedziału ufności — dla wielu rozmaitych cech zbiorczych i m. i. dla przeciętnej wartości np. \bar{X} , dla różnicy pomiędzy dwiema przeciętnymi $\bar{X} - \bar{Y}$ oraz dla współczynników w równaniu regresji A_0 , wzgl. A_{yx} .

Nie należy zapominać, że, obliczywszy w ten lub inny sposób przedział ufności dla cechy zbiorczej W , nie mamy wcale pewności, że jest ona w nim faktycznie zawarta, tak że twierdząc, iż nierówności (75) są przez poszukiwaną wartość W spełnione, możemy się mylić. Teoria wiarygodności gwarantuje jednak, że skoro liczby W_1 i W_2 są wyznaczone zgodnie z ustalonymi regułami, częstość tego rodzaju błędu będzie tak mała, jak się nam tylko podoba. Innymi słowy: możemy sobie z góry ustalić częstość α z jaką zgadzamy się ewentualnie mylić przy twierdzeniu, że poszukiwana przez nas wartość cechy W populacji generalnej znajduje się w przedziale ufności, i następnie tak dobrać długość tego przedziału (większą, gdy α jest mniejsze i mniejszą, gdy jest ono większe), by faktyczna częstość pomyłek równała się wybranej liczbie α .

Z liczbą α spotykaliśmy się już wcześniej: jest to współczynnik ufności, czyli granica pomiędzy prawdopodobieństwami, które zgadzamy się uważać za małe i resztą.

W stosunku do wymienionych wyżej cech zbiorczych (średnia, różnica dwóch średnich i współczynnik regresji) ogólna metoda obliczania przedziału ufności jest ta sama. Wobec tego opiszemy ją tu łącznie dla wszystkich, korzystając z wprowadzonego powyżej symbolu W , który może oznaczać dowolnie każdą z trzech wymienionych cech zbiorczych.

Wyznaczamy najpierw rozważaną cechę zbiorczą dla populacji próbnej i otrzymujemy w wyniku jakąś wartość w . Następnie obliczamy prawdopodobne przybliżenie średniego błędu μ (dla współczynników w równaniu regresji według wzorów (38) lub (69), dla jednej średniej i różnicy pomiędzy dwiema takimi

średnimi — według wzorów (79) i (80). Dalsze czynności zależą od tego czy liczba stopni swobody n jest ≤ 30 , czy też $n > 30$.

W przypadku gdy $n \leq 30$ korzystamy z tablicy całki „Studenta” ułożonej przez R. A. Fishera¹³⁾. Tablica ta podaje wartości pewnego symbolu t , który będzie nas specjalnie interesował, a który związany jest w pewien sposób z liczbą stopni swobody n oraz z obranym przez nas współczynnikiem ufności α . W celu ilustracji podaję tu krótki wyciąg z tej tablicy (tabl. VII).

Tablica VII.
Wartości t

| n | $\alpha = 0,05$ | $\alpha = 0,01$ |
|----------|-----------------|-----------------|
| 1 | 12,7 | 63,7 |
| 2 | 4,3 | 9,9 |
| 3 | 3,2 | 5,8 |
| 4 | 2,8 | 4,6 |
| 7 | 2,4 | 3,5 |
| 10 | 2,2 | 3,2 |
| 13 | 2,2 | 3,0 |
| 19 | 2,1 | 2,9 |
| 25 | 2,1 | 2,8 |
| 30 | 2,0 | 2,8 |
| ∞ | 1,96 | 2,58 |

w którym jednak liczby t są znacznie zaokrąglone. Z tego też względu przy dokładnej pracy badawczej należy korzystać z tablic oryginalnych.

Pierwsza kolumna tej niezmiernie ważnej tablicy podaje liczbę stopni swobody n . W kolumnach następnych podane są wartości t , przyczem każda kolumna jest zatytułowana wartością współczynnika ufności α .

Po ustaleniu tego współczynnika odczytujemy z tablicy wartość t , odpowiadającą obranemu α , oraz liczbie stopni swobody, na której opiera się obliczone poprzednio μ , i wyznaczamy iloczyn μt . Dla wyznaczenia granic przedziału ufności, czyli

¹³⁾ R. A. Fisher: *Statistical Methods for Research Workers*, Oliver and Boyd, Londyn 1930, tablica IV.

liczb W_1 i W_2 , należy teraz odjąć, względnie dodać do w iloczyn μt . Będziemy więc mieli

$$\begin{aligned} W_1 &= w - \mu t, \\ W_2 &= w + \mu t, \end{aligned} \quad \dots \quad (76)$$

albo

$$w - \mu t \leq W \leq w + \mu t \quad \dots \quad (77)$$

Taka jest droga do obliczania przedziału ufności, gdy liczba stopni swobody nie przekracza 30. Gdyby natomiast $n > 30$, to dokładne obliczenie przedziału ufności jest niemożliwe wobec braku dalszych wierszy w tablicy Fishera. Praktycznie dobre przybliżenie możemy jednak otrzymać biorąc wartość t_∞ odpowiadającą $n = \infty$. Ponieważ jednak jest ona mniejsza od tej, która byłaby miarodajną, należy wprowadzić poprawkę, mnożąc

t_∞ przez $\sqrt{\frac{n}{n-2}}$. W ten sposób, w przypadku gdy $n > 30$ przedział ufności dla cechy W oblicza się ze wzoru

$$w - \mu t_\infty \sqrt{\frac{n}{n-2}} \leq W \leq w + \mu t_\infty \sqrt{\frac{n}{n-2}} \quad (78)$$

Jak widzimy, obliczanie przedziału ufności nie nastęrcza najmniejszych trudności z chwilą, gdy już zostało obliczone prawdopodobne przybliżenie średniego błędu μ .

Powyżej nauczyliśmy się obliczać prawdopodobne przybliżenie średniego błędu dla współczynników w równaniu regresji. Wobec tego metodę obliczania przedziałów ufności zilustrujemy tylko w stosunku do różnicy pomiędzy średnimi plonami $\bar{X} - \bar{Y}$ na dwu porównywanych nawozach. Wzory do obliczania prawdopodobnego przybliżenia średniego błędu podane są niżej.

11. Prawdopodobne przybliżenia średniego błędu ogólnej przeciętnej i różnicy pomiędzy przeciętnymi plonów

Oznaczmy przez s liczbę nawozów porównywanych w doświadczeniach wielokrotnych oraz przez n' liczbę doświadczeń, których wyniki są opracowywane. Doświadczenia wszystkie należy ponumerować, przyczem litera i będzie ogólnie oznaczać numer doświadczenia, który będzie równy albo 1, albo 2, ... albo n' . Analogicznie ponumerujemy nawozy, przyczem j będzie ogólnie oznaczać numer jakiegoś nawozu. Przeciętny plon, otrzymany w jakimś doświadczeniu na pewnym nawozie, będziemy zawsze

oznaczyli literą x . Dla obliczania prawdopodobnych przybliżeń średnich błędów wypadnie nam sumować wartości plonów oraz ich kwadraty. Tu będziemy korzystać z następujących oznaczeń.

| | |
|---|---|
| $\sum_i x$ (względnie $\sum_i x^2$) | oznaczać będzie sumę s plonów (względnie ich kwadratów) otrzymanych w i -tem doświadczeniu na wszystkich porównywanych nawozach. |
| $\sum_j x$ (względnie $\sum_j x^2$) | oznaczać będzie sumę n' plonów (względnie ich kwadratów) otrzymanych we wszystkich n' doświadczeniach na j -tym nawozie. |
| $\sum(\sum_i x)$ ² | oznaczać będzie sumę kwadratów wszystkich sum $\sum_i x$ obliczonych dla każdego z doświadczeń. |
| $\sum(n'\sum_j x^2 - (\sum_j x)^2)$ | oznaczać będzie sumę różnic pomiędzy n' -krotną sumą $\sum_j x^2$ a kwadratem sumy $\sum_j x$, obliczonych dla każdego j -tego nawozu. |
| $\sum \sum x = \sum(\sum_i x) = \sum(\sum_j x)$ | oznaczać będzie sumę wszystkich wogóle $n' \cdot s$ plonów na wszystkich nawozach i we wszystkich doświadczeniach. |

Po objaśnieniu znaczenia tych symboli możemy już podać wzór na prawdopodobne przybliżenie średniego błędu ogólnej przeciętnej plonów, otrzymanych na tym samym nawozie. Będzie to¹³⁾

$$\mu(\bar{x}) = \sqrt{\frac{s \sum(n'\sum_j x^2 - (\sum_j x)^2) - n'\sum(\sum_i x)^2 + (\sum \sum x)^2}{n'^2 s(n' - 1)(s - 1)}} \quad (79)$$

Zauważyć należy, że wzór ten (79) stosuje się do przeciętnej plonów na dowolnym z porównywanych nawozów. Można by więc powiedzieć, że jest to prawdopodobne przybliżenie średniego błędu całego materiału stanowiącego wyniki doświadczeń wielokrotnych.

Analogicznie, wzór na prawdopodobne przybliżenie średniego błędu różnicy pomiędzy ogólnymi przeciętnymi plonów na

¹³⁾ Student: Biometrika Vol. XV.

jakichś dwu nawozach jest jeden i ten sam, niezależnie od tego jaką parę nawozów bierzemy pod uwagę. Będzie to

$$\begin{aligned} \mu(\bar{x}-\bar{y}) &= \sqrt{2} \mu(\bar{x}) = \\ &= \sqrt{2 \frac{s \sum (n' \sum_i x^2 - (\sum_i x)^2) - n' \sum (\sum_i x)^2 + (\sum \sum x)^2}{n'^2 s(n' - 1)(s - 1)}} \end{aligned} \quad (80)$$

Liczba stopni swobody równa się w obu przypadkach

$$n = (s - 1)(n' - 1) \dots \dots \dots (81)$$

Tablica

| Nawóz Nr. Doświadczenie Nr. | I | II | III | IV | V |
|--------------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| 1 | 358,4 | 422,2 | 366,2 | 491,0 | 367,0 |
| 2 | 724,8 | 726,4 | 726,3 | 692,4 | 726,4 |
| 3 | 1 002,9 | 1 076,8 | 1 031,4 | 1 111,3 | 1 062,6 |
| 4 | 377,8 | 419,2 | 413,4 | 451,6 | 364,4 |
| 5 | 311,0 | 391,2 | 370,6 | 427,8 | 342,4 |
| 6 | 403,8 | 418,0 | 422,4 | 409,4 | 406,5 |
| 7 | 359,2 | 412,4 | 376,2 | 399,2 | 395,0 |
| 8 | 432,2 | 483,8 | 419,6 | 494,6 | 453,8 |
| 9 | 297,7 | 426,6 | 367,1 | 508,7 | 355,7 |
| $\sum_j x$ | 4 267,8 | 4 777,0 | 4 493,2 | 4 986,0 | 4 473,8 |
| \bar{x} | 474,20 | 530,77 | 499,24 | 553,99 | 497,08 |
| $n' \sum x^2 - (\sum x)^2$ | 3 984 824,70 | 3 778 509,20 | 3 790 922,78 | 3 695 145,30 | 4 242 039,74 |

Przykład V. Poniższa tabela VIII zestawia wyniki $n' = 9$ doświadczeń wielokrotnych z ośmiu nawozami, ponumerowanymi rzymskimi cyframi od I do VIII. W każdym wierszu tablicy podane są przeciętne plony buraków, uzyskane na poszczególnych nawozach w tem samym doświadczeniu. Kolumny zawierają przeciętne plony uzyskane w poszczególnych doświadczeniach na tym samym nawozie.

Zadaniem naszym będzie sporządzić zestawienie ogólnych przeciętnych plonów na wszystkich porównywanych nawozach i obliczyć przedziały ufności dla tych średnich oraz dla różnic pomiędzy nimi.

Ogólne przeciętne łatwo znajdziemy sumując liczby w poszczególnych kolumnach i dzieląc sumy przez 9. Odnośne wyniki podane są w dwóch wierszach, trzecim i drugim od dołu tablicy VIII.

Przechodząc do obliczania prawdopodobnych przybliżeń średnich błędów, zauważamy, że sposób wyznaczania niektórych członów w liczniku (79) i (80) pod znakiem pierwiastka, mianowicie

$$n' \sum_j x^2 - (\sum_j x)^2 \dots \dots \dots (82)$$

został już poprzednio opisany, gdy omawialiśmy metodę rachowania współczynnika regresji. (Patrz str. 175). Nie będziemy więc powtarzali odnośnych objaśnień, uważając że wartości (82)

VIII.

| VI | VII | VIII | $\sum_j x$ | $(\sum_j x)^2$ |
|--------------|--------------|--------------|---|-----------------------|
| 392,4 | 364,4 | 486,0 | 3 248,0 | 10 549 504,00 |
| 724,2 | 713,1 | 722,4 | 5 756,0 | 33 131 536,00 |
| 1 051,2 | 1 066,3 | 1 098,1 | 8 500,6 | 72 260 200,36 |
| 391,2 | 397,6 | 437,6 | 3 252,8 | 10 580 707,84 |
| 340,0 | 359,9 | 437,7 | 2 980,6 | 8 883 976,36 |
| 440,8 | 441,6 | 474,6 | 3 417,1 | 11 676 572,41 |
| 389,4 | 398,0 | 404,8 | 3 134,2 | 9 823 209,64 |
| 420,8 | 395,6 | 489,8 | 3 590,2 | 12 889 536,04 |
| 340,8 | 341,5 | 475,7 | 3 113,8 | 9 695 750,44 |
| 4 490,8 | 4 478,0 | 5 026,7 | 36 993,3 = | 179 490 993,09 = |
| | | | = $\sum \Sigma x$ | $\Sigma (\sum_j x)^2$ |
| 498,97 | 497,55 | 558,52 | 31 277 602,98 = | |
| 4 054 024,40 | 4 179 517,40 | 3 552 619,46 | = $\Sigma (n' \sum_j x^2 - (\sum_j x)^2)$ | |

zostały poprzednio wyznaczone przy obliczaniu współczynników regresji. Ostatni wiersz tablicy (VIII) podaje wartości $n' \sum_j x^2 - (\sum_j x)^2$ dla każdego z nawozów. Dodając wszystkie liczby w tym wierszu otrzymujemy wartość $\Sigma (n' \sum_j x^2 - (\sum_j x)^2) = 31 277 602,98$ — ostatnią w przedostatniej kolumnie tablicy.

Dla obliczenia sum $\sum_j x$ dodajemy do siebie liczby w każdym z dziewięciu wierszy tablicy, odpowiadających poszczególnym doświadczeniom. Sumy wypisujemy w przedostatniej kolumnie. W wierszu trzecim od dołu w tej kolumnie podana jest suma sum $\Sigma \Sigma x = 36 993,3$, która — jeśli w rachunkach niema błędów — winna być równa sumie wszystkich poprzednich liczb w tymże wierszu.

Pozostaje do obliczenia $\Sigma (\sum_j x)^2$. W tym celu podnosimy do kwadratu liczby kolumny przedostatniej, kwadratami temi wypełniamy ostatnią kolumnę i sumujemy. Suma podana jest w wierszu trzecim od dołu tejże kolumny.

Teraz wszystkie elementy wzorów są porachowane i możemy przystąpić do wyznaczenia prawdopodobnego przybliżenia średniego błędu średniej arytmetycznej

$$\mu(\bar{x}) = \sqrt{\frac{8 \cdot 31277602,98 - 9 \cdot 179490993,09 + (36993,3)^2}{9^2 \cdot 8(9-1)(8-1)}} = 9,5451 \quad (83)$$

Mnożąc powyższą liczbę przez $\sqrt{2} = 1,4142$ otrzymamy prawdopodobne przybliżenie średniego błędu różnicy pomiędzy dwiema ogólnymi przeciętnymi:

$$\mu(\bar{x} - \bar{y}) = \mu(\bar{x}) \sqrt{2} = 13,459 \quad \dots \quad (84)$$

Pozostaje wyznaczyć przedziały ufności. Zrobimy to dla różnicy pomiędzy dwiema średnimi. Liczba stopni swobody równa się $n = (s-1)(n'-1) = 7 \cdot 8 = 56$, jest więc większa od 30. Wypada więc brać t_∞ odpowiadające $n = \infty$ i stosować poprawkę. Gdybyśmy obrali współczynnik ufności $\alpha = 0,05$, to $t_\infty = 1,95996$, więc

$$\mu(\bar{x} - \bar{y}) \sqrt{\frac{n}{n-2}} t_\infty = 26,86 \quad \dots \quad (85)$$

Dla otrzymania przedziału ufności dla różnicy pomiędzy ogólnymi przeciętnymi plonów, np. na nawozach VIII i V

1. odejmujemy

$$\begin{array}{r} 558 \cdot 52 \\ - 497 \cdot 08 \\ \hline 61 \cdot 44 \end{array}$$

2. dla otrzymania lewej granicy przedziału ufności W_1 odejmujemy

$$\begin{array}{r} 61 \cdot 44 \\ - 26 \cdot 86 \\ \hline 34 \cdot 58 \end{array}$$

3. i podobnie, dla otrzymania W_2 , czyli prawej granicy przedziału ufności dodajemy

$$\begin{array}{r} 61 \cdot 44 \\ + 26 \cdot 86 \\ \hline 88 \cdot 30 \end{array}$$

Możemy teraz twierdzić z prawdopodobieństwem pomyłki równym $\alpha = 0,05$, że istotna różnica pomiędzy ogólnymi przeciętnymi plonów na nawozach VIII i V nie jest mniejsza od $W_1 = 34,58$ i nie jest większa od $W_2 = 88,30$

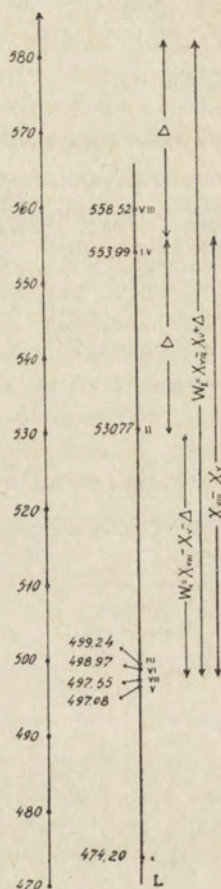
$$34,58 \leq X_{VIII} - X_V \leq 88,30 \quad \dots \quad (86)$$

12. Forma zestawienia ogólnych przeciętnych

Omówmy jeszcze kwestję ostatecznej formy zestawienia ogólnych przeciętnych, któraby jednocześnie obejmowała informację o przedziale ufności różnicy pomiędzy ogólnymi przeciętnymi na poszczególnych nawozach.

Zdaje się, że najbardziej przejrzystą jest forma graficzna. Na pionowej prostej L (patrz wykres X) oznaczamy sobie punkty o rzędnych równych ogólnym przeciętnym plonom na poszczególnych nawozach. Z lewej strony od prostej około każdego takiego punktu wypisana jest wartość odnośnego przeciętnego plonu; z prawej strony — numer, względnie nazwa nawozu. Rzut oka na wykres daje ogólne pojęcie o różnicach pomiędzy ogólnymi przeciętnymi. Na osobnym skrawku papieru oznaczamy dalej odcinek Δ równy $\mu t = 26,38$, czyli połowie długości przedziału ufności dla różnicy pomiędzy dowolną parą przeciętnych. Odcinek ten możnaby nazywać krótko półprzedziałem ufności. Odcinek ten przykładamy teraz do prostej L tak, by jeden koniec jego był na wysokości punktu reprezentującego plon na którymś z porównywanych nawozów. Mierząc odległość drugiego końca Δ do punktu reprezentującego plon na jakimś innym nawozie, otrzymamy jedną z granic przedziału ufności dla różnicy pomiędzy przeciętnymi plonami na tych nawozach. W podobny sposób, przesuując tylko odcinek Δ drugim końcem, znajdziemy drugą granicę przedziału ufności. Sytuację w stosunku do różnicy pomiędzy ogólnymi przeciętnymi plonami na nawozach VIII i V ilustruje wykres X.

WYKRES X



13. Sprawdzenie hipotezy o znaku różnicy $X - Y$ może czasem wykryć różnicę pomiędzy efektywnością dwu nawozów, gdy obliczenie przedziału ufności nie daje wyraźnego wyniku

Może się zdarzyć, że obliczając przedział ufności otrzymamy dla lewej granicy W_1 wartość ujemną a dla prawej W_2 — do-

datnią. Wynik taki nie jest interesujący, jeśli chodzi o problem porównania dwóch nawozów. Gdybyśmy bowiem na nim porzucali, wypadłoby uznać, że oba nawozy — gdyby każdy z nich miał być zastosowany na całym terenie objętym przez doświadczenie zbiorowe — dałyby przeciętne plony różniące się wzajemnie o jakąś liczbę, zawartą pomiędzy ujemnem W_1 i dodatniem W_2 . W ten sposób, dążąc do *obustronnego* oszacowania różnicy między ogólnymi przeciętnymi plonami (to znaczy chcąc wyznaczyć obie granice W_1 i W_2 pomiędzy, któremi różnica ta jest zawarta) nie mamy możliwości nawet powiedzieć, który z obu nawozów daje przeciętnie więcej. Czasami odpowiedź na to pytanie jest wogóle niemożliwa (np. jeśli ogólne przeciętne plony na obu nawozach są równe sobie dokładnie lub z wielkiem przybliżeniem), czasami jednak różnica pomiędzy efektami obu nawozów zaznacza się dostatecznie wyraźnie, by można ją było wykryć, jednak do tego wypada zrezygnować z obustronnego oszacowania tej różnicy i poprzestać na sprawdzeniu hipotezy, że jest ona np. dodatnią.

W tym celu postępujemy zupełnie tak, jakśmy postępowali przy sprawdzaniu hipotezy, że współczynnik regresji A_{yx} jest np. większy od jedyńki, względnie, że wyraz wolny w równaniu regresji A_0 jest większy od zera. Mianowicie, zależnie od tego czy liczba stopni swobody $n \leq 30$, czy też $n > 30$, rachujemy:

$$z^2 = \frac{(\bar{x} - \bar{y})^2}{n \mu^2 (\bar{x} - \bar{y})} \dots \dots \dots (87)$$

albo

$$x = \frac{|\bar{x} - \bar{y}|}{\mu \bar{x} - \bar{y}} \sqrt{\frac{n-2}{n}} \dots \dots \dots (88)$$

gdzie \bar{x} i \bar{y} oznaczają obliczone faktycznie ogólne przeciętne plony na obu nawozach a $\mu(\bar{x} - \bar{y})$ oblicza się ze wzoru (80), i odczytujemy z tablic *Pearsona* górny kres prawdopodobieństwa pomyłki przy odrzucaniu hipotezy, że „prawdziwa” różnica pomiędzy przeciętnymi plonami na obu nawozach jest równa zeru. Jeśli odnalezione w ten sposób P jest małe (mniejsze od obranego współczynnika ufności), to hipotezę, że różnica pomiędzy ogólnymi przeciętnymi plonami jest równa zeru, uznajemy za niewiarogodną i przyjmujemy, że znak rozważanej różnicy, od-

noszącej się do populacji generalnej, jest ten sam co znak tejże różnicy obliczonej dla populacji próbnej. Gdyby natomiast P było duże, wypadłoby przyznać, że posiadany materiał doświadczalny nie upoważnia do wniosków, że ogólna przeciętna plonów na jednym z nawozów jest w sposób istotny wyższa od takiejże przeciętnej — na drugim.

Proces sprawdzania hipotezy co do znaku różnicy pomiędzy przeciętnymi plonów na porównywanych obiektach można sobie wydatnie skrócić. Wobec tego, że prawdopodobne przybliżenie średniego błędu ma tę samą wartość dla każdej pary nawozów, można raz jeden wykonać rachunki, które pozwolą dać decydującą odpowiedź w stosunku do każdej pary. Mianowicie, korzystając z obliczonego prawdopodobnego przybliżenia średniego błędu, można wyznaczyć liczbę Δ' , którą będziemy nazywali jednostronnym półprzedziałem ufności, taką, że skoro jakaś różnica średnich, np. $\bar{x} - \bar{y}$ ją przekroczy, to prawdopodobieństwo błędu przy odrzucaniu hipotezy że $X - Y \leq 0$ będzie mniejsze od obranego współczynnika ufności α . Co więcej odejmując

$$\bar{x} - \bar{y} - \Delta' \dots \dots \dots (89)$$

otrzymamy wartość posiadającą tą własność, że twierdząc, iż

$$\bar{x} - \bar{y} - \Delta' \leq \bar{X} - \bar{Y} \dots \dots \dots (90)$$

będziemy się mylili z częstością, równą współczynnikowi ufności α . Liczbę $\bar{x} - \bar{y} - \Delta'$ możnaby wobec tych własności nazwać jednostronną dolną granicą ufności dla różnicy $\bar{X} - \bar{Y}$.

Obliczenie Δ' jest zupełnie analogiczne do obliczania półprzedziału ufności Δ . Korzysta się mianowicie ze wzoru

$$\Delta' = \mu t \dots \dots \dots (91)$$

przyczem jednak, jeśli została ustalona wartość współczynnika ufności α , to do wzoru (91) należy podstawiać odczytaną z tablicy „Studenta”-Fishera wartość t , odpowiadającą (w tych tablicach) współczynnikowi ufności, równemu 2α .

W przykładzie V (str. 50) obliczaliśmy półprzedział („obustronny”) ufności Δ , odpowiadający współczynnikowi $\alpha = 0,05$, który nam wypadł (patrz wzór (85)) równy 26,86. Z powyższego wynika, że gdybyśmy chcieli tę samą liczbę traktować jako jednostronny półprzedział ufności Δ' , to odpowiadałby on dwa razy mniejszemu współczynnikowi ufności $\alpha = 0,025$. Szcze-

gól ten jest zresztą zupełnie intuicyjny. Traktując liczbę 26,86 jako obustronny półprzedział ufności, twierdzimy, że

$$34,58 \leq \bar{X}_{VIII} - \bar{X}_V \leq 88,30 \quad (02)$$

Możemy się przytem pomylić dwojako: albo dlatego, że naprawdę jest

$$34,58 > \bar{X}_{VIII} - \bar{X}_V \quad (93)$$

albo też

$$\bar{X}_{VIII} - \bar{X}_V > 88,30 \quad (94)$$

i częstość tych błędów równa się 0,05. Natomiast jeśli liczba 26,86 jest traktowana jako jednostronny półprzedział ufności, to twierdzenia nasze ograniczamy tylko do jednej nierówności, mianowicie

$$34,58 \leq \bar{X}_{VIII} - \bar{X}_V$$

pryczem będziemy się mylili rzadziej, bo tylko wtedy gdy zachodzi nierówność (93).

Chcąc otrzymać jednostronny półprzedział ufności Δ' , odpowiadający współczynnikowi ufności $\alpha = 0,05$, należy tedy obliczoną wartość μ pomnożyć przez t odpowiadające (w tablicach „Studenta”-Fishera) $\alpha = 0,10$ (z ewentualnem uwzględnieniem poprawki, w przypadku, gdy liczba stopni swobody przewyższa 30). Dla przypadku rozpatrywanego w przykładzie V będziemy mieli $t = 1,64485$ i odpowiednia wartość

$$\Delta' = 13459 \cdot 1,64485 \cdot 1,01835 = 22,55$$

Odejmując tę liczbę od różnicy pomiędzy średnimi plonami

$$\bar{x}_{VIII} - \bar{x}_V = 61,44$$

mianowicie

$$\begin{array}{r} 61,44 \\ - 22,55 \\ \hline 38,89 \end{array}$$

i ograniczając się do twierdzenia, że

$$38,89 \leq \bar{X}_{VIII} - \bar{X}_V$$

czyli traktując liczbę 38,89 jako jednostronną granicę ufności, ryzykujemy błędem z prawdopodobieństwem, równem $\alpha = 0,05$.

Przy porównywaniu obiektów rolniczych (odmiany, nawozy i t. p.) bardzo często chodzi tylko o stwierdzenie czy istotnie

jeden z nich zapewnia lepsze wyniki niż inny, który wykazał się w doświadczeniach niższym przeciętnym plonem, przyczem obustronne oszacowanie odnośnej nadwyżki jest mniej interesujące. W takich przypadkach można ograniczyć się do obliczenia jednostronnego półprzedziału ufności, którego długość należy podać na wykresie, analogicznym do naszego wykresu X. Można również podać zestawienie dolnych granic ufności dla nadwyżek przeciętnych plonów dla porównywanych obiektów. Jeśli któraś z tych granic wypadnie ujemna, gdy sama nadwyżka była dodatnia, to oznacza to, że nie chcąc ryzykować błędem z prawdopodobieństwem większym od obranego współczynnika ufności, nie możemy obstawać, że jeden z porównywanych obiektów jest bardziej wydajny niż drugi.

Literatura

A. Z teorii wiarygodności hipotez

- R. A. Fisher. *The goodness of fit of regression formulae*. Journ. Roy. Stat. Soc., LXXXV.
- *Applications of „Student's” distribution*. Metron, t. V, Nr. 3.
- *Statistical Methods for Research Workers*, Londyn 1930.
- K. Pearson. *Tables for Statisticians and Biometricians*. P. I, Londyn 1924.
- *Tables for Statisticians and Biometricians*. P. II, 1931.
- J. Neyman and E. S. Pearson. *On the use and interpretation of certain test criteria...* Biometrika, Vol. XX-A.
- *On the problem of two samples*. Bull. de l'Académie Polonaise des Sciences et des Lettres, 1930.
- J. Neyman. *Contribution to the theory of certain test criteria*. Bull. Inst. Intern. de Statistique, 1929.
- *Przyczynek do teorii wiarygodności hipotez*, Kwartalnik Stat. 1929.
- „Student”. *The probable error of a mean*. Biometrika, Vol. VI.
- *New tables for testing the significance of observations*. Metron, Vol. V, Nr. 3.

B. Zastosowanie metod statystycznych do zagadnień doświadczalnictwa

- R. A. Fisher. *An examination of the yield of dressed grain from broadbalk*. Journ. of Agricultural Science, Vol. XI.
- R. A. Fisher and W. A. Mackenzie. *The manurial response of different potato varieties*. Journ. Agric. Science, Vol. XI.
- M. Górski. *Błąd prawdopodobny doświadczenia polowego*. R. N. R. tom VI. „Mathetes”. *Statistical study on the effect of manuring*. Annals of Applied Biology, t. XI.

- J. Neyman. *Metody statystyczne w zastosowaniu do zagadnień doświadczalnictwa rolniczego*. (Ma być drukowane w Doświadczalnictwie Rolniczem).
- *The theoretical basis of different methodes of testing cereals. Part I. The method of E. Załęski*. Wiadomości matematyczne, 1929.
- *The theoretical basis... etc. Part II. The method of parabolic curves*. Ibidem 1930.
- „Student”. *On testing varieties of cereals*. Biometrika Vol. XV.
- E. Załęski. *Metodyka doświadczeń rolniczych*. Lwów 1927.

Treść

| | Str. |
|---|------|
| 1. Uwagi ogólne | 2 |
| 2. Sprecyzowanie zagadnienia | 3 |
| 3. Zastosowanie teorii korelacji | 6 |
| 4. Interpretacja różnych wartości współczynników regresji | 10 |
| 5. Możliwość teoretycznego schematu ustosunkowania się nawozów | 20 |
| 6. Metody rachunkowe (Przykład I) | 23 |
| 7. Dokładność wyników | 26 |
| 7a. Przykład II. | 33 |
| 7b. Przykład III. | 35 |
| 7. Możliwość przeliczania plonów w $0/0$ wzorca | 37 |
| 9. Wiarygodność hipotezy, że $A_0 = 0$ | 40 |
| 10. Przedziały ufności | 43 |
| 11. Prawdopodobne przybliżenie średniego błędu przeciętnej i różnicy pomiędzy przeciętnymi plonów | 46 |
| 12. Forma zestawienia ogólnych przeciętnych | 51 |
| 13. Sprawdzenie hipotezy o znaku różnicy $\bar{X} - \bar{Y}$ może czasem wykryć różnicę pomiędzy efektywnością dwu nawozów, gdy obliczenie przedziału ufności nie daje wyraźnego wyniku | 51 |
| 14. Literatura | 55 |

J. Neyman

On the methods of interpreting the results of multiple agricultural trials

Biometric Laboratory, Nencki Institute, Soc. Scient. ac Litt. Varsoviensis

Summary

The purpose of the present paper is to discuss the methods of interpreting the results of „multiple” agricultural trials, carried out in several different experiment institutions and in different years.

The method usually applied consists in calculating average yields given by each of the compared manures (or varieties) pro unit of area, and in considering whether the observed differences are significant or not.

This way of proceeding does not seem to be quite satisfactory, as it is possible to obtain more useful information from the results of the multiple trials, provided the experimental material is large enough.

To illustrate the point consider the case when the average yields given by two different manures, say *A* and *B*, in many trials carried out in experimental stations spread out over a considerable area, are rigorously the same. Does it mean that the two manures are of equal value to each farm?

The answer to this question is obviously a negative one. The relationship between actions of the two manures might be of many different kinds. It may happen for instance that in some conditions, when the manure *A* gives but poor results, the manure *B* is more efficient, and vice versa. On the other hand, it is possible that the tendencies of the variation in the effects of the two manures being parallel, the range of the variation is different: when *A* gives but a little less than the average, then the loss in yield given by *B* is considerable, and vice versa.

In all these and similar cases the information obtained from the list of mean yields, given by each of the compared manures,

is insufficient and might be misleading. The question to be considered when working out the results of multiple experiments is: What average yield might be expected on the manure A , when the manure B gives some known results, say x .

The answer to this question can be obtained by calculating the regression of the yield given by the manure A on the yield, given by B .

The paper gives all necessary formulae for the calculation of the regressions and for the estimation of the accuracy of the results.

AMBROŻY MOSZYŃSKI

**PRZYCZYNEK DO FAUNY SKĄPOSZCZETÓW
WODNYCH (OLIGOCHAETA AQUATICA) POLESIA**
(*LES OLIGOCHÈTES AQUATIQUES DES ENVIRONS DE
PIŃSK EN POLÉSIE*)

Faunę skąposzczetów Polesia badałem w sierpniu 1929 roku w okolicach Pińska. Specjalną uwagę zwróciłem na rzekę Jasiołdę koło Horodyszcz (13 km na wschód od Pińska). Poza-tem odbywałem wycieczki po Jasiołdzie mniej więcej od wioski Lubelpol aż do jej ujścia do Prypeci. Rzekę Prypecę badałem na przestrzeni: ujście Jasiołdy — Krywicze, Krywicze — Pińsk (rzeka Strumień), niestety dość pobieżnie. Nieco szczegółow-iej natomiast uwzględniłem w swoich badaniach rzekę Pinę na odcinku Pińsk — Horodyszcz (ca 13 km). Poza-tem odbyłem dwie większe wycieczki: na jezioro Motol, w górę rzeki Jasiołdy i na jezioro Pohost, na południowy wschód od Pińska.

Metody badań. — W planktonie, jak to było zresztą do przewidzenia, Oligochaetów nie spotykałem. Jednakowoż za-stosowanie siatki planktonowej dla połowów między przybrzeż-
nemi roślinami dawało dobre wyniki. Używałem również w tym celu siatki z gęstej gazy młynarskiej, zaopatrzonej u góry w sitko, celem zatrzymywania grubszych części roślinnych. Muł z obfitym detritusem z części przybrzeżnej przesiewałem przez zwykłą siatkę z t. zw. „kongreski“. Trafiały się tam dość obficie *Tubificidae* i formy z rodzaju *Dero*.

Z głębszych partyj dna (do 4 m) wydobywałem szlam przy pomocy trójkątnej drągi lub czerpacza Ekmana, poczem prze-

siewałem go przez trzy sита o różnej wielkości oczek. Zwierzęta, zależnie od wielkości, zostawały na drugim lub trzecim sicie. Dobre wyniki dawało przesiewanie przez sита te przybrzeżnych roślin lub detritusu.

Badałem również glony, zeszkrobywane z pali, tkwiących w wodzie lub z traw; wyciskałem przez siatkę rośliny bagienne, np. mchy; przeglądałem gąbki, rozskubując je na szalce Petri'ego, i t. p.

Do konserwowania używałem płynu Beauchamp'a oraz 4% -ej formaliny. Częściowo badałem materiał w stanie żywym, korzystając z mikroskopu, użyczonego przez Stację Hydrobiologiczną na Wigrach.

Wykaz gatunków.

1. *Aeolosoma quaternarium* Ehrbg.
2. *Chaetogaster limnaei* K. Baer.
3. *Chaetogaster diaphanus* Gruith.
4. *Chaetogaster diastrophus* Gruith.
5. *Pristina tentaculata* Piguët.
6. *Stylaria lacustris* L.
7. *Dero perrieri* Bous.
8. *Dero limosa* Leidy.
9. *Nais pseudoobtusa* Piguët.
10. *Nais variabilis* Piguët.
11. *Nais obtusa* Gervais.
12. *Ripistes parasita* O. Schm.
13. *Ripistes macrochaeta* Bourne.
14. *Tubifex tubifex* Müll.
15. *Tubifex barbatus* Grube.
16. *Peloscolex ferox* Eisen.
17. *Limnodrilus claparedianus* Ratzel.
18. *Limnodrilus hoffmeisteri* Clap.
19. *Lumbriculus variegatus* Müll.
20. *Henlea ventriculosa* d'Udekem.

1. *Aeolosoma quaternarium* Ehrbg. — Na błotnistym trzęsawiskowym brzegu Jasiółdy, wśród kępek turzyc występowały pojedyncze egzemplarze tego gatunku. Jest to forma wogóle

rzadka. Kowalewski znalazł ją w 2 egzemplarzach w Toporowym i Czarnym Stawie z Pięciu Polskich. Kilka egzemplarzy miałem z okolic Poznania w okresie od 1924 — 1928 roku.

2. *Chaetogaster limnaei* K. Baer. — Na mięczaku *Limnaea sp.* w litoralu Jasiołdy. Forma pospolita w całej Polsce.

3. *Chaetogaster diaphanus* Gruith. — Wśród roślin w litoralu Jasiołdy i jeziora Horodyskiego, częsty. Występuje w całej Polsce.

4. *Chaetogaster diastrophus* Gruith. — Jak forma poprzednia.

5. *Pristina tentaculata* Piguet. — Dwa egzemplarze tego gatunku znalazłem wśród mchów na trzęsawisku ok. pół kilometra na południe od Jasiołdy. Dotychczas znany tylko z okolic Lwowa, jako forma rzadka.

6. *Stylaria lacustris* L. — Gatunek ten jest wszędzie pospolity wśród roślin przybrzeżnych. Odznacza się wielką zmiennością długości ryjka, szczecinek, oraz rozszerzenia przetyku. Trafiają się też osobniki pozbawione oczu.

7. *Dero perrieri* Bous. — Występuje w pojedynczych egzemplarzach wśród szczątków roślinnych w litoralu Jasiołdy. Gatunek ten, pospolity w Małopolsce, znajduje się też i w Poznańskim, choć niezbyt licznie.

8. *Dero limosa* Leidy. — Pospolitszy od poprzedniego, żyje mniej więcej w analogicznych warunkach. Znajdowałem go w cichych zakolach Jasiołdy i w oczkach na błotnistym brzegu rzeki wśród szczątków roślinnych. Posiadam również kilka egzemplarzy z jeziora Pohost. Forma ta występuje licznie, zarówno w Poznańskim, jak i w Małopolsce.

9. *Nais pseudoobtusa* Piguet. — Trafiły mi się tylko dwa egzemplarze wśród roślin na rzece Pinie koło Pińska. Gatunek ten znany jest z szeregu miejscowości Polski Zachodniej i Południowej, ale wszędzie występuje nielicznie.

10. *Nais variabilis* Piguet. — Kilka egzemplarzy złowilem w jeziorze Horodyskim i Motolskim, oraz wśród roślin w litoralu Jasiołdy. Forma ta wszędzie jest znacznie pospolitsza od poprzedniej.

11. *Nais obtusa* Gervais. — Kilka egzemplarzy znalazłem w jez. Horodyskim. Poza tem, gatunek ten występował w ogromnych ilościach wśród gąbek w cichych zakolach Jasiołdy. Roz-

skubując gąbkę igielką, można było w ciągu kilku minut z łatwością wyizolować dziesiątki egzemplarzy tej pierścienicy. Jednakowoż poza gąbkami, w litoralu Jasiołdy, gdzie występują inne *Naididae*, formy tej nie znalazłem. Jeśli nawet żyła wśród roślin, to musiała być w każdym razie bardzo rzadką. Ciekawym jest fakt, iż w Poznańskim znalazłem ją również bardzo licznie w podobnych warunkach, mianowicie w rurkach kolonji mszywiola *Plumatella fungosa* w jez. Mogilnickim. W innych środowiskach trafiały się rzadko tylko pojedyncze osobniki. Forma ta w Małopolsce również nie jest pospolita.

12. *Ripistes parasita* O. Schm. — Gatunek ten dotychczas z Polski nie był podawany. Występował bardzo licznie w jeziorze Motol, przeważnie na łodygach i liściach grążeli. Często pierścieniczki wślazą do rurek mszywiola *Cristatella spec.* Wielkość znalezionych przeze mnie osobników rzadko osiągała 5 mm. Ukształtowanie szczecinek trzech pierwszych segmentów bardzo typowe dla tego gatunku.

13. *Ripistes macrochaeta* Bourne. — Żyje razem z gatunkiem poprzednim w jez. Motol, ale w znacznie mniejszych ilościach. Parę osobników widziałem w Jasiołdzie, wśród przybrzeżnych roślin. Forma ta jest nową dla Polski.

14. *Tubifex tubifex* Müll. — Wszędzie pospolity, na dnie rozmaitych zbiorników wodnych. Występuje przeważnie licznie w różnych głębokościach. Zdolność przystosowawcza tego gatunku do różnych środowisk jest bardzo szeroka. Znajdowałem go w Jasiołdzie, zarówno w litoralu i zalewiskach, jak i w samym nurcie, o dnie twardym, piaszczystym, do ok. 4-ch metrów głębokości. Pozatem był liczny w jez. Horodyskiem, Pohoskiem i Motol-Zajezerzu. Forma ta jest w Polsce ubikwistyczną.

15. *Tubifex barbatus* Grube. — Jeden egzemplarz tego gatunku posiadam z piaszczysto-mulistego dna Jasiołdy, złowiony czerpaczem 6 km a n a z 3 m głębokości. Znany w Polsce z okolic Dublan, gdzie wedle Kowalewskiego jest liczny, z Kamionki Strumiłowskiej, z jez. Wigry, gdzie jest również formą głębinową; pojedyncze egzemplarze posiadam z jez. Kiekrz pod Poznaniem z 15 m głębokości oraz z Pomorza (rzeka Piaśnica).

16. *Pelosclex ferox* Eisen. — Jeden okaz tego gatunku złowiłem w zakolach rzeki Jasiołdy, w mulisto-ilastym dnie. Wedle Kowalewskiego w Tatrach jest równie pospolity

jak *Tubifex tubifex*. Poza Tatrami w Małopolsce nie był notowany, a w Poznańskim w ciągu lat 1923 — 1929 znalazłem go tylko w jednym środowisku: w jez. Kiekrz pod Poznaniem, z głębokości 15 metrów.

17. *Limnodrilus claparedeianus* Ratzel. — W małej ilości osobników schwytałem go czerpaczem Ekmana, na dnie piaszczysto-gliniastym w nurcie rzeki Jasiołdy, na głębokości 3-ch m. W Małopolsce jest pospolity, w Poznańskim niezbyt liczny.

18. *Limnodrilus hoffmeisteri* Clap. — Kilka egzemplarzy z oczek na bagnistym, trzęsawiskowym brzegu Jasiołdy. Żył również w przybrzeżnym pasie jez. Pohost. W innych częściach Polski gatunek ten jest pospolity.

19. *Lumbriculus variegatus* Müll. — Znajdowałem go w litoralu jez. Pohost, Motol i w Jasiołdzie na trzęsawiskowym brzegu. Forma pospolita w całej Polsce.

20. *Henlea ventriculosa* d'Udekem. — Jeden egzemplarz dojrzały płciowo posiadam z litoralu jez. Horodyskiego, mniej więcej z 1 m głębokości. Forma ta jest raczej lądową, rzadziej amfibiocytną; występowanie więc jej w tych warunkach jest bez wątpienia przypadkowe i nieco dziwne. Znana jest z różnych części Polski, przeważnie jako forma lądowa.

W rozmieszczeniu skąposzczetów rzeki Jasiołdy można zauważyć pewną prawidłowość. Dadzą się mianowicie dość łatwo wyróżnić tu następujące zespoły ekologiczne.

1) Prawy błotnisty brzeg Jasiołdy tworzy obszerne trzęsawisko, usiane suchszymi kępami turzyc, pomiędzy którymi woda bądź występuje na powierzchnię, bądź też podłoże jest nią tak silnie przepojone, iż nawet przy lekkim nacisku woda się zeń wydobywa. Często trafiają się oczka różnej średnicy, od 20 cm do kilkunastu metrów. Głębokość ich jest też bardzo różna. Cechą wspólną jest silnie zamulone dno, z wielką ilością szczątków roślinnych. Większe oczka są porośnięte błotniami i wodnymi roślinami (*Nuphar*, *Stratiotes*, *Acorus*, *Phragmites*, *Juncus*, *Carex*). Małe płytkie oczka (mniej więcej do 50 cm średnicy i 10—20 cm głębokości) ze względu na ich charakter ekologiczny, można porównać do mikroakwarjum, w którym nastąpił już okres równowagi biologicznej, po uprzednich procesach gnilnych i samoczyszczeniu wody. I tu i tam spotykamy podobne gatunki

skąposzczetów: *Aeolosoma quaternarium* (w mikroakwarjach występowała przeważnie *A. hemprichi*), *Chaetogaster diaphanus* i *Ch. diastrophus*, *Dero limosa*. Ostatnia forma występowała również i w innych miejscach trzęsawiska, w środowiskach typowo bagiennych: na dnie większych oczek, lub w niższych miejscach pomiędzy kępkami turzyc. Obok *Dero* występuje *Lumbriculus variegatus*, który jest charakterystyczny dla tego rodzaju środowisk. Razem z nim znajdowałem nadto *Limnodrilus hoffmeisteri*. Sięgał on aż do litoralu Jasiołdy. Należy przypuszczać, iż jego występowanie w trzęsawisku było zjawiskiem przypadkowym, albo raczej przejawem ekologicznej ekspansji, gdyż właściwym dla niego środowiskiem jest dno jezior, rzek i t. p.

Osobno muszę wspomnieć o gatunku *Pristina tentaculata*, której dwa osobniki znalazłem wśród mchów, dość rzadko rosnących na trzęsawisku.

2) Drugi zespół ekologiczny obejmuje przybrzeżny pas roślinności rzeki Jasiołdy. Składa się on z przedstawicieli rodzajów *Sparganium*, *Sagitta*, *Butomus*, *Juncus*, *Nuphar*, *Phragmites*, *Carex*. Ten ostatni na znacznych przestrzeniach przechodzi na trzęsawisko. Wśród roślin tych żyje obfita fauna skąposzczetów, na którą składają się następujące gatunki: *Chaetogaster limnaei*, *Ch. diaphanus*, *Ch. diastrophus*, *Stylaria lacustris*, *Nais variabilis*, *N. pseudoobtusa*, *N. obtusa*. Na dnie tej strefy litoralnej, przeważnie pokrytej znaczną warstwą grubego detritusu, występują: *Dero perrieri*, *D. limosa*, *Tubifex tubifex*, *Limnodrilus hoffmeisteri*, *Peloscoclex ferox*, *Lumbriculus variegatus*.

3) Strefa denna litoralu przechodzi stopniowo w strefę właściwego nurtu rzeczneego. Różni się ona od pasów przybrzeżnych brakiem roślin i strukturą dna: to ostatnie bowiem jest w Jasiołdzie przeważnie twarde, do tego stopnia, że go z trudem przebijają czerpacz Ekmana; składa się ono z piasku, czasami zmieszanego z gliną, rzadziej trafiają się drobne kamienie. Panują tu niepodzielnie *Tubificidae*: *Tubifex tubifex*, *Tubifex barbatus*, *Limnodrilus claparedeianus*. Ponieważ fauna tej strefy jest ilościowo bardzo uboga, można przypuszczać, iż *Peloscoclex ferox* i *Limnodrilus hoffmeisteri* również tam występują, ale w tak małych ilościach, iż nie udało mi się ich schwytać.

Cała fauna skąposzczetów Jasiołdy, łącznie z fauną jez. Horodyskiego i szeroko pojętego trzęsawiskowego prawego brzegu, składa się z następujących gatunków: *Aeolosoma quaternarium*, *Chaetogaster limnaei*, *Ch. diaphanus*, *Ch. diastrophus*, *Pristina tentaculata*, *Stylaria lacustris*, *Dero perrieri*, *D. limosa*, *Nais variabilis*, *N. obtusa*, *Ripistes macrochaeta*, *Tubifex tubifex*, *Peloscoclex ferox*, *Limnodrilus udekemianus*, *Limnodrilus hoffmeisteri*, *Tubifex barbatus*, *Lumbriculus variegatus*, *Henlea ventriculosa*. „Minimiareal“, to jest ta najmniejsza przestrzeń, gdzie wszystkie te gatunki występują równocześnie, będzie bardzo nieduży. Można oznaczyć, jako jego powierzchnię, mniej więcej 1 kilometr kwadratowy, mierzony w linii powietrznej, od południowego połączenia jez. Horodyskiego z Jasiołdą, w kierunku biegu tej rzeki. Dodać należy, iż w obrębie tego obszaru znajduje się pewna ilość miejsc suchych, kępek na trzęsawiskach, lub poprostu suchszych większych wysepek („hrudów“).

Jak na tak małą przestrzeń, jest to bardzo znaczna ilość gatunków, tembardziej, że mamy tu kilka form rzadkich (*Aeolosoma quaternarium*, *Pristina tentaculata*, *Peloscoclex ferox*, *Tubifex barbatus*) i jedną nową dla Polski (*Ripistes macrochaeta*). Natomiast gatunkami pospolitemi dla całej Polski i ubikwistycznymi będą: *Stylaria lacustris*, *Tubifex tubifex*, *Lumbriculus variegatus* i mniej od nich liczny rodzaj *Chaetogaster* (*Ch. limnaei*, *Ch. diaphanus*, *Ch. diastrophus*).

Oprócz rzeki Jasiołdy posiadam nieznaczną stosunkowo ilość próbek z jez. Pohost i Motol. W pierwszym z tych jezior znalazłem: *Stylaria lacustris*, *Dero limosa*, *Tubifex tubifex*, *Lumbriculus variegatus*, *Limnodrilus hoffmeisteri*, *Chaetogaster limnaei*. W jeziorze Motol znalazłem: *Stylaria lacustris*, *Nais variabilis*, *Ripistes parasita*, *Ripistes macrochaeta*, *Tubifex tubifex*, *Lumbriculus variegatus*. Jezioro Motol posiada ciekawe środowiska ekologiczne: bardzo grubą warstwę drobnego, luźnego mułu i obfitość roślin wodnych, np. całe łąki podwodne tworzy *Elodea canadensis*.

Fauna skąposzczetów Polesia, ciekawa i różnorodna jakościowo, ilościowo jednakowoż jest dość uboga. Szereg np. dennych i litoralnych próbek był zupełnie pozbawiony Oligochaetów. Nawet wśród roślin przybrzeżnych Jasiołdy niezawsze trafiały się skąposzczety. Ilość Tubificidów, wydobytych czerpaczem Ek-

mana z dna Jasiołdy nie przekraczała nigdy 50 okazów (ok. 20 osobników na 100 cm² powierzchni dna). Nieco obficie występują pierścienice w jeziorach: Pohoskiem, Horodyskiem, Motolskiem.

Przy porównaniu fauny skąposzczetów Jasiołdy z fauną innych miejscowości Polski, napotykamy tę trudność, iż dotychczasowe badania ograniczały się prawie wyłącznie do fauny jezior, stawów, młak i t. p. Nie posiadamy dotychczas dokładniej zbadanej fauny skąposzczetów rzecznych Polski. Istnieją tylko luźno rozrzucone, skąpe uwagi w niektórych pracach. Wykaz skąposzczetów Jasiołdy dotyczy jednej z najbardziej na wschód wysuniętych miejscowości Polski. Coprawda skąposzczety wodne, szczególnie *Naididae*, nie mają specjalnego znaczenia dla zoogeografii, ale ciekawem jest tutaj głównie to środowisko, w którym one występowały: jest to mianowicie bardzo swoista rzeka, o silnie bagnistych brzegach, jaką jest Jasiołda — typowa rzeka poleska. Teren ten jest tembardziej godny uwagi, że danych o faunie skąposzczetów Polesia nie spotykamy ani w literaturze polskiej, ani w rosyjskiej.

WYKAZ LITERATURY.

1. Golański J. — Przyczynek do znajomości fauny skąposzczetów wodnych (*Oligochaeta limicola*) Galicji. Księga Pam. ku czci prof. Nusbauera. Lwów, 1911.
2. Kowalewski M. — Materiały do fauny polskich skąposzczetów wodnych (*Oligochaeta aquatica*). Sprawozdanie Kom. Fizjogr. T. 45 i 48. 1911 — 1914.
3. Michaelsen W. — *Oligochaeta*. Das Tierreich. 10 Liefg. Berlin. 1900.
4. Michaelsen W. — *Oligochaeta*. Brauers Süßwasserfauna. Heft 13, Jena, 1909.
5. Moszyński A. — Materiały do fauny skąposzczetów wodnych (*Oligochaeta limicola*) W. Ks. Poznańskiego. Prace Kom. Mat. Przyrod. Tow. Przyj. Nauk. Poznań. Serja A. T. II. 1925.
6. — Skąposzczety (*Oligochaeta*) Parku Narodowego Puszczy Białowieskiej. Spraw. Kom. Fizjogr. T. LXII. 1927.

7. Moszyński A. Notatka o faunie dennej skąposzczetów jez. Wigierskiego. Arch. Hydrobiol. i Rybactwa Suwałki. 1926.
 8. Pignet E. et Bretscher K. — Oligochètes. Catalogue des invertébrés de la Suisse. Genève, 1913.
 9. Ude H. — Würmer oder Vermes. Oligochaeta. Die Tierwelt Deutschlands von Fr. Dahl. 15 Teil. Jena, 1929.
 10. Wolf W. — Über die Bodenfauna der Moldau im Gebiete von Prag im Jahreszyklus. Oligochaeta. Intern. Rev. d. gesamt. Hydrob. u. Hydrogr. Bd. 20. 1928.
 11. Wolski T. — Materiały do fauny Wioślarek (*Cladocera*) Polesia. Arch. Hydrob. i Rybactwa. T. I, 1926 i T. II, 1927.
-

R é s u m é.

L'auteur a étudié les Oligochètes aquatiques de la rivière Jasiołda et des eaux voisines aux environs de Pińsk en Polésie (ca 370 km à l'est de Varsovie). Il y a trouvé 20 espèces, parmi lesquelles deux (*Ripistes parasita* et *Ripistes macrochaeta*) sont nouvelles pour la Pologne.

La rivière Jasiołda présente un milieu très spécial: elle forme une suite de bras morts, plus ou moins séparés du courant principal de la rivière. Ses rives sont marécageuses, couvertes d'une abondante végétation et possèdent une suite de bassin d'eau stagnante de diverse grandeur et d'un caractère écologique différent.

Excepté les espèces *Ripistes parasita* et *Nais pseudoobtusa*, toutes les autres, nommées par l'auteur dans son travail, ont été trouvées dans la rivière Jasiołda.

MARJAN GIEYSZTOR

SUR DEUX ESPÈCES RARES DU GENRE MACROSTOMUM (RHABDOCOELA)

(Avec 4 figures dans le texte).

En janvier 1930 j'ai remarqué dans les aquariums de l'Institut d'Anatomie des Plantes de l'Université de Varsovie plusieurs grands exemplaires du genre *Macrostomum*. Comme je l'ai constaté plus tard, c'étaient des représentants de l'espèce *Macrostomum tuba* (Graff). Pendant l'étude de ces matériaux j'ai rencontré aussi un seul spécimen de l'espèce *Macrostomum lutheri* Beklemichev. Je compterais volontiers ces deux espèces: *M. tuba* et *M. lutheri*, parmi la faune des environs de Varsovie, bien que dans les aquariums, où elles ont été trouvées croit *Vallisneria spiralis*, une plante d'origine évidemment étrangère (Europe méridionale). Toutefois, d'autres plantes, l'eau et le sable, indispensables pour les aquariums, proviennent exclusivement des bassins d'eau, qui se trouvent dans les plus proches environs de Varsovie et au cours de plusieurs années ont été fréquemment renouvelés.

Toutefois, le caractère de l'apparition de *Macr. tuba* mérite une attention spéciale. Notamment, cette espèce était jusqu'à présent très peu rencontrée; cependant, durant les dernières années elle fut mentionnée dans deux ouvrages, bien que le matériel, dont disposaient leurs auteurs, ne fut pas très abondant, ainsi que dans un ouvrage, consacré principalement aux espèces marines. Ces ouvrages traitent de Rhabdocèles provenant de contrées, qui antérieurement ne furent presque pas étudiées par rapport à ce groupe. Ce sont des contrées, situées près de la ré-

gion méditerranéenne (Odessa, Plowdiw, Crémone). Il est donc vraisemblable, que la véritable strêfe de la répartition de *M. tuba* corresponde aux contrées méridionales. A leur tour, ces contrées correspondent à la zone, où *Vallisneria spiralis* apparait comme plante indigène.

L'espèce *Macrostomum tuba* fut décrite par Graff dans une monographie publiée en 1882. Dans la description de cette espèce, la plus grande parmi tous les représentants du genre *Macrostomum*, connus jusqu'à présent, l'auteur de la monographie a considéré une suite de traits anatomiques, sans épuiser toutefois la connaissance de la structure anatomique de cette forme. Le „stylet“ de l'appareil copulateur mâle, dont la structure constitue un des principaux traits caractéristiques de l'espèce, a été décrit d'une façon tout à fait suffisante pour l'identification de l'espèce, mais néanmoins pas assez exacte. 23 ans plus tard Luther (2) décrit d'après des coupes 3 spécimens de l'espèce *Macrostomum tuba*, qui ont été mis à sa disposition en état conservé par le prof. L. Böhmig de Graz. D'après ces exemplaires l'auteur cité compléta considérablement la description de Graff, mais donna une figure différente comme illustration du stylet de l'appareil copulateur mâle, où l'extrémité de ce stylet est non pas élargie, mais coupée de biais (voir op. cit. tabl. IV, fig. 13). Ce dessin a été reproduit par Graff dans son ouvrage sur les Rhabdoceelida dans „Süsswasserfauna Deutschlands“ (1909) et dans „Tierreich“ (1913). Comme il résulte du texte („Tierreich“ page 53), l'auteur est d'avis, que *Macrostomum tuba* peut paraître dans les deux formes: celle que Luther décrit dans son ouvrage de 1905 et celle que l'auteur a observée lui-même en 1882. ¹⁾

Dans ce même ouvrage, publié en 1905, Luther donna une description qui se rapporte presque exclusivement au stylet de l'appareil copulateur mâle d'une espèce, qui selon l'auteur „... vielleicht mit *M. tuba* identisch ist oder ihr wenigstens nahe steht“ (op. cit. page 35, remarque). Dans sa liste des Rhabdoceelida de Finlande, publiée en 1918 Luther (6), donne à cette espèce le nom de *M. tuba*, toutefois avec un point d'interrogation.

¹⁾ Dans la description des figures („Süsswasserfauna“ fig. 159 et „Tierreich“ fig. 57) il n'a pas été mentionné qu'elles représentent seulement l'extrémité du stylet et non pas le stylet en entier.

M. tuba fut encore cité par Płotnikow de Bologoje, plus tard par Fuliński des environs de Lwów. Ce dernier auteur remarque seulement, que „...la figure du stylet en chitine... correspond au dessin de Luther, notamment son extrémité est un peu renflée“ (page 16). ²⁾

Cette espèce a aussi été signalée de la Bulgarie (Valkanov, 1926) dans un ouvrage, où les Rhabdocoelida cités font l'impression d'un matériel traité d'une manière pas assez critique, — et de l'Italie du Nord (Crémone) par Vialli (1927) qui ne donne en général que très peu de détails morphologiques sur la plupart des espèces, citées dans ce travail.

Enfin, Beklemichev (1927) possédait un spécimen vivant de l'espèce *M. tuba*, provenant des environs d'Odessa. Dans son ouvrage il donne deux dessins du stylet de l'appareil copulateur mâle, qui rendent bien sa forme. Beklemichev exprime la supposition, que l'espèce, décrite par Luther, d'après les matériaux du Prof. Böhmig, sous le nom de *M. tuba*, n'appartient pas à cette espèce, en égard du stylet de l'appareil copulateur mâle, représenté différemment. Il exprime clairement son opinion dans le titre même de son ouvrage: (op. cit. page 188) „*M. tuba* Graff 1882 (non Luther 1905)“. Par contre, il considère la forme finlandaise de Luther (voir plus haut) comme espèce nouvelle et lui donne le nom de *M. lutheri*.

Tel était l'état de la connaissance de l'espèce *M. tuba*. Après la monographie de Graff, Luther (1905) avait à sa disposition 3 exemplaires conservés, Beklemichev (1927) — un individu vivant; d'autres auteurs ne contribuèrent pas à la connaissance de la structure anatomique de cette espèce. La connaissance de l'espèce *M. lutheri* reposait seulement sur 2 exemplaires de Finlande. Quant à moi, je possédais quelques exemplaires vivants et conservés de l'espèce *M. tuba* et un spécimen de *M. lutheri*. Après avoir pris connaissance de ces matériaux, je juge, contrairement à Beklemichev, que les exemplaires, envoyés à Luther par le Prof. Böhmig représentent l'espèce *M. tuba*. A mon avis, cet auteur, qui ne possédait pas d'exemplaires vi-

²⁾ Probablement il y a eu ici un malentendu. Justement, comme je viens de le mentionner plus haut, d'après Graff (1882) l'extrémité du stylet de l'appareil copulateur mâle est élargie, pendant que d'après Luther (1905) elle est coupée de biais.

vants, publia un faux dessin de l'extrémité du stylet de l'appareil copulateur mâle (voir plus haut). Je suis prêt à supposer, que sa partie terminale a été coupée. Je confirme par contre l'opinion de Beklemichev, que le *Macrostomum*, trouvé par Luther en Finlande appartient à une espèce différente. Enfin, je dois remarquer, que le *Macrostomum tuba*, noté dernièrement (1929) par Sibiriakowa avec un point d'interrogation n'appartient pas à cette espèce (comp. le stylet de l'appareil copulateur mâle).

Voici quelques données supplémentaires concernant la structure anatomique des deux espèces.

→ La longueur des exemplaires adultes de *M. tuba* atteint 3 mm. La forme et la couleur du corps sont conformes à la description de Graff dans „Tierreich“. Les granules de pigment oculaire, qui embrasse d'un côté la cellule rétinienne, sont disposées en forme de demi-lune. La longueur de l'oeil atteint 42 μ (chez *M. appendiculatum* — 14 μ Luther, 1905).

Les testicules, placés des deux côtés du tube digestif, devant les ovaires, sont lobés. La poche des granules (vesicula granulorum) et la vésicule séminale (vesicula seminalis) sont petites (d'après une préparation aplatie la longueur de la poche des granules comptait 187 μ , celle de la vésicule séminale 154 μ). Elles sont toujours bien plus petites que la vésicule séminale accessoire („falsche vesicula seminalis“), dépourvue de muscles. Le conduit séminal (ductus ejaculatorius) présente un canal étroit, muni de muscles. Il m'a été difficile de constater les relations de la poche des granules, comme les donne Luther (op. cit. tabl. IV, fig. 12). La disposition réciproque de la vésicule séminale (ves. seminalis), de la vésicule séminale accessoire („falsche ves. sem.“), de la poche des granules (ves. granulorum) et du stylet de l'appareil copulateur mâle exige une attention spéciale. La vésicule séminale accessoire, grande et quelque peu allongée, se trouve dans 4/5 du corps, sur la ligne médiane. Vers le bas elle s'unit à la vésicule séminale, qui est repliée vers le devant du corps, de sorte qu'elle est placée presque parallèlement à la vésicule séminale accessoire. La poche des granules (ves. granulorum) s'étend bien avant vers la partie antérieure du corps et dépasse de beaucoup la vésicule séminale accessoire. Le stylet de l'appareil copulateur mâle se dirige de nouveau vers

la partie postérieure du corps, tout en conservant, de même que les organes précédents, une position à peu près parallèle au principal axe du corps. Dans la partie postérieure du corps il dépasse de beaucoup la vésicule séminale. J'ai observé les relations décrites ci—dessus sur deux exemplaires très faiblement aplatis. Le dessin Nr. 1, exécuté en vertu de deux cou-

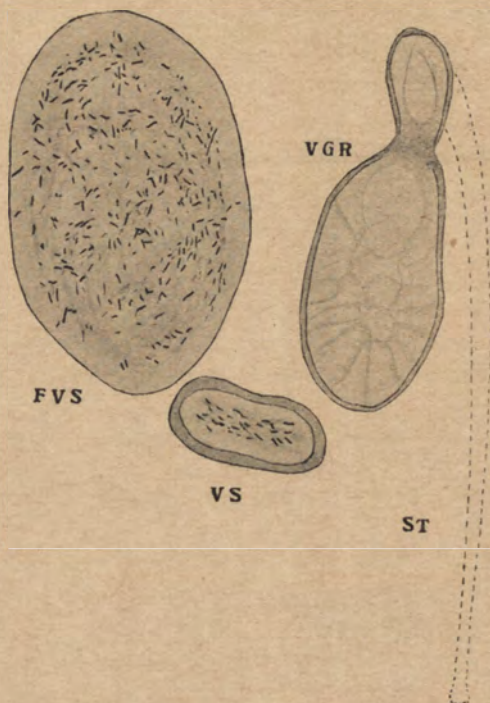


Fig. 1. *Macrostomum tuba*. Ves. granulorum (v gr), ves. seminalis (vs) et la vésicule séminale accessoire (fvs) d'après deux coupes. Vs et fvs sont remplies de sperme. Le stylet de l'appareil copulateur mâle (st) fut dessiné plus tard, pour montrer sa position, comme elle apparaissait d'après les préparations écrasées.

pes, présente ces relations d'une manière quelque peu différente. La vésicule séminale n'est pas repliée vers le devant du corps, mais placée à peu près perpendiculairement à l'axe principal du corps. Grâce à cela, le stylet s'avance bien plus encore vers la partie postérieure du corps. La poche des granules ne dépasse pas la vésicule séminale accessoire. Ces relations ne s'accordent pas avec le dessin de Graff (1882). Le

stylet de l'appareil copulateur mâle présente un tube très long et mince, presque droit, légèrement recourbé en arc. Sa longueur comptait chez un individu 385 μ ; sa largeur était très constante et comptait 10 μ . Dans sa partie terminale il se rétrécit quelque peu (largeur 8 μ) et son extrémité s'élargit de nouveau jusqu'à

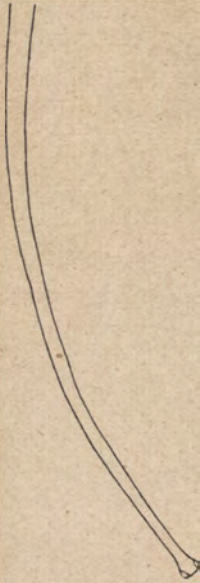


Fig. 2.

Macrostomum tuba.
Stylet de l'appareil copulateur mâle.

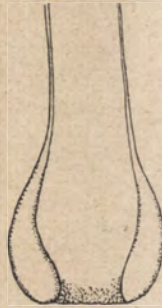


Fig. 3.

Macrostomum tuba.
Extrémité du stylet de l'appareil copulateur mâle.

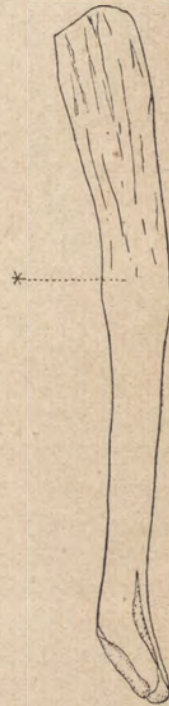


Fig. 4.

Macrostomum lutheri.
Stylet de l'appareil copulateur mâle.

18 μ . Chez un autre spécimen la longueur du stylet comptait 462 μ . Les parois de l'extrémité du stylet sont très épaisses et ce sont elles qui causent l'élargissement de cette partie du stylet en forme de tête. Le large orifice est placé de manière terminale. Cette description est illustrée par les fig. 2 et 3, qui sont conformes aux dessins de Beklemichev (op. cit. tabl. I, fig. 5 et 6), mais présentent la structure du stylet d'une façon plus

précise. Les gros spermatozoïdes exécutent de vigoureux mouvements „serpentés“. La „tête“ du spermatozoïde, décrite par Graff (1882) est un produit artificiel, causé par le contact du spermatozoïde avec de l'eau. A côté de ce renflement on voit deux flagellums, longs et minces (donc autres que ceux que représente Graff!). Je n'ai pu apercevoir le troisième flagellum, bien que j'y prêtais une attention spéciale.

Les ovaires, difficiles à étudier durant la vie des animaux, se présentaient sur les coupes de telle sorte, que je peux les considérer comme organes folliculaires. De larges oviductes conduisent des ovaires à l'antrum femininum.

Sur l'unique spécimen de *M. lutheri*, que je possédais, et qui fut tout de suite fortement aplati, j'ai pu observer seulement le stylet de l'appareil copulateur mâle. Bien que cet individu fut trouvé dans le même aquarium que *M. tuba*, et par rapport à sa grandeur (longueur un peu plus de 2 mm) et sa forme ne se distinguait pas de *M. tuba*, je n'hésite pas à le considérer comme espèce différente, grâce à son stylet de l'appareil copulateur mâle qui diffère beaucoup du stylet de *M. tuba*. Le stylet de l'appareil copulateur mâle présente un tube large à sa base et qui va en s'amincissant: à l'endroit marqué d'un astérisque sur la fig. 4 il est un peu recourbé. Dans sa partie terminale il se recourbe en sens inverse par rapport à la première courbe, de la place, marquée d'un astérisque et forme une figure qui rappelle un pied. On y voit distinctement les épaisissements des parois. La description donnée et le dessin ajouté s'accordent à tel point avec la description et le dessin de Luther, que l'identification des spécimens finlandais avec celui qui vient d'être décrit semble ne pas causer de doutes. Le fait, que la longueur du stylet de mon exemplaire comptait 280 μ , pendant que celle du stylet de *M. lutheri* à peine 56 μ semble éveiller quelques soupçons. Toutefois, je dois remarquer, que les oscillations individuelles de la longueur du stylet dans le genre *Macrostomum* sont assez considérables; la description du stylet de *M. tuba*, citée plus haut, peut servir d'exemple. Le caractère de la courbe du stylet de mon exemplaire présente aussi une certaine différence.

BIBLIOGRAPHIE.

1. 1882. Graff L. „Monographie der Turbellarien. I. Rhabdocoelida“.
 2. 1905. Luther A. „Zur Kenntnis der Gattung Macrostoma“. Festschrift für Palmén. N. 5.
 3. 1909. Graff L. „Turbellaria“. Die Süßwasserfauna Deutschlands N. 19.
 4. 1913. Graff L. „Turbellaria. Rhabdocoelida“. Das Tierreich. 35 Lief.
 5. 1915. Fuliński B. „Materiały do fauny wirków Turbellaria Ziemi Polskiej“. Rozpr. i Wiad. Muz. im. Dzieduszyckich. T. I.
 6. 1918. Luther A. „Vorläufiges Verzeichnis der rhabdocölen und alloecölen Turbellarien Finlands“. Medd. af Soc. pro Fauna et Flora Fennica. N. 44.
 7. 1926. Valkanov A. „Beitrag zur Süßwasserfauna Bulgariens“. Travaux de la Soc. Bulgare des Sciences Nat. № 12.
 8. 1927. Vialli M. „Primo elenco di rabdoceli raccolti in Lombardia“. Boll. di Pesca, di Piscicoltura e di Idrobiologia. Anno III. — Fasc. I. Roma.
 9. 1927. Beklemichev W. „Über die Turbellarienfauna der Bucht von Odessa und der in dieselbe mündenden Quellen“. Bull. Inst. rech. biol. Univ. de Perm.
 10. 1929. Sibiriakova O. A. „La faune des Turbellaria Rhabdocoelida du fleuve Angara“. Russische Hydrobiolog. Zeitschr. B. VIII.
-

STRESZCZENIE.

Z pośród dwu gatunków: *Macrostomum tuba* (Graff) i *Macrostomum lutheri* Beklemiszew, znalezionych w akwarjach Zakładu Botaniki Ogólnej Uniwersytetu Warszawskiego, pierwszy został opracowany na przekrojach i in vivo na podstawie kilku okazów.

Zaznaczono możliwość tego, że *M. tuba* trafiła do akwarjów wraz ze znajdującą się w nich *Vallisneria spiralis*. *M. tuba*, b. rzadko dawniej spotykana, została w ostatnich latach podana z 3-ch miejscowości z Europy południowej, dawniej pod względem fauny *Rhabdoceola* prawie nieznaney. Właściwą więc krainą bytowania *Macr. tuba* są prawdopodobnie miejscowości wysunięte znacznie na południe, gdzie spotyka się też *Vallisneria spiralis*.

Niewyczerpujący opis *M. tuba* został podany przez Graff'a w jego monografji z 1882 roku. Znajomość tego gatunku uzupełnił w znacznej mierze Luther (1905); autor ten posiadał jednak tylko 3 zakonserwowane okazy. W 1927 r. miał z tym gatunkiem do czynienia Beklemiszew, który podał głównie opis sztyletu prąciowego, rozporządzając tylko jednym okazem. Inni autorowie nie wnieśli przyczynków do poznania budowy tego gatunku.

Na podstawie posiadanego materiału wykazano, wbrew pogładowi Beklemiszewa, że Luther (1905) miał podług wszelkiego prawdopodobieństwa do czynienia z *M. tuba*. Autor ten jednak podał błędny rysunek sztyletu prąciowego. Potwierdzono następnie, że okazy, pochodzące z Finlandji (por. Luther, 1905), należą do odrębnego gatunku (*M. lutheri*) i wkońcu zaznaczono, że *M. tuba*, podane przez Sibiriakową, nie można za ten gatunek uważać.

Nowe dane, dotyczące się budowy *M. tuba*, odnoszą się głównie do męskich organów płciowych i plemników.

Jedyny okaz *M. lutheri* (trzeci znany wogóle dotychczas) dostarczył tylko opisu sztyletu prąciowego, który wykazał pewne odmienności w porównaniu do opisu, podanego przez Luther'a.

ST. JAKUBISIAK i A. MOSZYŃSKI

SPRAWOZDANIE Z BADAŃ LIMNOLOGICZNYCH, PODJĘTYCH Z INICJATYWY INSTYTUTU IM. NENCKIEGO W LECIE 1929 NA POLESIU.

W lecie roku 1929 Instytut im. Nenckiego w Warszawie zorganizował badania na Polesiu, w których wzięli udział autorzy niniejszego sprawozdania. Miały one mieć narazie charakter orientacyjny. Celem ich było „zebranie materiałów naukowych, których opracowanie przyczyniłoby się do urobienia sobie poglądu, jaką wartość pod względem hydrobiologicznym przedstawiać może system rzek i pozostających z nimi w łączności zbiorników wody stojącej, znajdujących się na obszarze powiatu Pińskiego. Wobec krótkości okresu badań tegorocznych, jak również wobec stosunkowej rozległości i skomplikowanej struktury hydrograficznej ujętego w powyższych granicach terenu, prace na nim podejmowane winny z konieczności zmierzać nietyle do wyczerpującego poznania pewnych grup fauny miejscowej, ile mają one, przy zastosowaniu bardziej extensywnych metod badawczych, stawiać sobie za zadanie główne — zgromadzenie możliwie wszechstronnych danych limnologicznych z możliwie większej liczby różnorodnych terenów”.

Wyżej zacytowany ustęp wyjęty jest z „Programu badań na Polesiu w roku 1929“, przesłanego nam przez D-ra A. Lityńskiego na wiosnę 1929 roku, przed naszym wyjazdem na badania. Był to program (zgodnie ze zdaniem p. D-ra Lityńskiego) maksymalny, który mógłby być zrealizowany całkowicie tylko przy najkorzystniejszych warunkach, a te ostatnie, niestety, niezależnie od nas niezawsze układały się najpomyślniej.

Jako punkt wyjścia służyła nam wioska Horodyszczce, położona o 13 km na wschód od Pińska. Główne badania ześrodkowaliśmy na rzece Jasiołdzie i szeregu zbiorników wodnych, mniej lub więcej luźno z nią połączonych. Uwzględnialiśmy więc również „starorzeczca“ Jasiołdy, zatoki, odcięte stare koryta i łachy, błotniste brzegi z szeregiem oczek różnej wielkości, słowem o ile możliwości wszystkie typy wód, włącznie do znacznego już jeziora Horodyskiego. Korzystając z uprzejmości Flotylli Rzecznej Pińskiej i łaskawie użytej przez nią motorówki, mogliśmy zwiedzić większy odcinek na przestrzeni: Horodyszczce — Kaczanowice, (rzeka Jasiołda ca 16 km), Kaczanowice — Krywicze (rzeka Prypeć ca 12 km), Krywicze — Pińsk (t. zw. „Strumień“ ca 14 km), Pińsk — Horodyszczce (rzeka Pina ca 13 km). Ogólna odległość między wyżej wymienionymi punktami w linii prostej wynosi mniej więcej 60 klm. Poza to odbyliśmy dalszą wycieczkę w górę Jasiołdy do jez. Motol, gdzie spotkaliśmy się z bardzo życzliwym przyjęciem ze strony „Biura Projektu Meljoracji Polesia“ (Inż. Czopowski w Motolu oraz Inż. Cisło — Referat Hydrologiczno - Hydrograficzny B. P. M. P. w Brześciu n/Bugiem). Niestety, z powodu bardzo niskiego stanu wody w rzece Jasiołdzie i jez. Motolskim nie mogliśmy skorzystać z motorówki B. P. M. Polesia, której łaskawie nam użyto. Z tegoż samego powodu nie udało się nam dotrzeć do jez. Sprowskiego, którego zbadanie leżało początkowo w naszych planach.

Wyposażenie naukowe, dostarczone ze Stacji Hydrobiologicznej na Wigrach (Instytut im. Nenckiego), składało się z następujących przyrządów: 2 siatek planktonowych, krążka Secchi'ego, głębinowego termometru „leniwego“, termometru zwykłego do powierzchni wody, sondy puharowej Naumann'a czerpacza Ekman'a, skali barw Ule-Forela, wycieczkowego mikroskopu składanego Leitz'a, roztworu Clarcka do mierzenia twardości wody, cechowanych linek, znacznej ilości naczyń szklanych, wreszcie 10 map okolic Pińska w podziałce 1:100.000.

Do konserwowania próbek biologicznych używaliśmy 4% formaliny i 70% alkoholu oraz płynu Beauchamp'a do znieczulania zwierząt.

Okres badań niestety był krótki, obejmując tylko sierpień 1929 roku. Prócz wyżej wymienionych dwu autorów niniejszego sprawozdania, do wyprawy należał początkowo również p. Jerzy

Wiszniewski, z którym zrobiliśmy wspólnie pomiary jez. Horodyskiego, częściowo zebraliśmy niektóre dane na rzece Jasiołdzie i otaczających ją bagnach, pozatem odbyliśmy wspólnie wycieczkę na jez. Pohost. Niestety, w początku sierpnia (10-go), z przyczyn od niego niezależnych, p. Wiszniewski musiał niespodzianie przerwać pracę i wyjechać z Horodyszczą, co było dla nas dotkliwą stratą.

Rozległość terenu, krótki okres badań, zbyt szczupła liczba osób prowadzących badania, trudności komunikacyjne, brak nieraz niezbędnych utensyliów naukowych, gdyż część wyżej wymienionych przedmiotów (np. czerpacz Ekman'a, skala barw Ule-Forrel'a i in.) przyszły dopiero w drugiej połowie sierpnia, stanowią dostateczne usprawiedliwienie wielu niedociągnięć, z których autorowie doskonale zdają sobie sprawę. Jednakowoż badania nasze, z natury rzeczy pobieżne, tworzą pewien obraz ogólny stosunków hydrograficznych, panujących na niewielkim odcinku Polesia.

Autorowie zebrali ogółem 91 próbek (zakonserw. w 4% formalinie) z rzeki Jasiołdy i okolicznych wód, z jeziora Horodyskiego, jez. Motol, jez. Zajezerze, jez. Pohost. Metody połowów były różnorodne, zależnie od warunków. Stosowaliśmy siatkę planktonową, siatkę z sitkiem dla połowów między roślinami przybrzeżnymi i zwykłą siatkę z „kongreski“ do dennych próbek z litoralu, dragę i czerpacz Ekman'a do głębszych partyj dna. Dobre wyniki dawało przesiewanie próbek dennych przez 3 sita metalowe o różnej średnicy oczek: zwierzęta, zależnie od ich wielkości, pozostawały na drugim lub trzecim sicie. Pozatem wzięliśmy pewną liczbę ilościowych próbek planktonowych oraz próbek dennych, branych najczęściej czerpaczem Ekman'a (rzadziej sondą puharową Naumann'a), co dawało jednocześnie pogląd na stosunki ilościowe.

Oprócz materiałów, dotyczących niektórych działów fauny wyżej wymienionego terenu, zebraliśmy pewne dane hydrograficzne o tej części Polesia.

Wykonaliśmy szereg pomiarów temperatury, zarówno powierzchniowej, jak i dennej w rzece Jasiołdzie i wodach stojących, mniej lub więcej ściśle z nią połączonych. Badaliśmy przezroczystość wody, jej twardość i barwę, charakter osadów dennych i t. p. Zrobiliśmy, razem z p. Wiszniewskim, przekrój termiczny jez. Horodyskiego.

Z materiałów faunistycznych, zebranych w czasie tej ekspedycji, ukazują się obecnie w druku 3 prace następujące:

1. Stanisław Jakubisiak: Przyczynek do fauny *Copepoda*—*Harpacticoida* Polesia.

2. Ambroży Moszyński: Przyczynek do fauny skąposzczetów wodnych (*Oligochaeta aquatica*) Polesia.

3. Jerzy Wiszniewski: Przyczynek do znajomości fauny wrotków Polesia.

Na zakończenie poczuwamy się do miłego obowiązku złożenia podziękowania p. Komendantowi Flotyli Rzecznej Pińskiej Komandorowi Zajączkowskiemu za łaskawe użyczenie motorówki, pp. inż. Czopiowskiemu i Cisko za życzliwy stosunek i informacje, a szczególnie p. dr-owi A. Lityńskiemu za inicjatywę pracy i szereg cennych wskazówek. Księdzu Prałatowi Żelbo i kierownikowi szkoły w Horodyszczu, p. Białobrzeskiemu dziękujemy również za nader życzliwy stosunek i wiele ułatwień na miejscu.

Zaznaczamy wreszcie, że w zakresie organizacji powyższych badań wyświadczył znaczną pomoc p. poseł P. Olewiński, który był zarazem promotorem tych badań.

JERZY NEYMAN

Pamięci profesora dr. Władysława Bortkiewicza

(Referat przygotowany na II Zjazd Matematyków Polskich w Wilnie, we wrześniu 1931)

Dnia 16 lipca r. b. zmarł — Ś. P. Władysław Bortkiewicz. Statystyka matematyczna straciła jednego ze swych najlepszych przedstawicieli i propagatorów. Okres pracy naukowej zmarłego trwał czterdzieści dwa lata. Pierwsza ze znanych mi prac Władysława Bortkiewicza p. t. *Śmiertność i dotógwieczność* była opublikowana w Petersburgu w roku 1890. Ostatnią odbitkę¹ otrzymałem przed paru miesiącami. Zdaje się, że są jeszcze późniejsze prace w druku.

Niepodobieństwem jest omówić szczegółowo w krótkim referacie całej działalności tak płodnego uczonego, jakim był Władysław Bortkiewicz. Można zaledwie podkreślić kilka rysów tej działalności, która była zadziwiająco jednolita. Ogromnie charakterystycznym z tego względu jest tytuł jednej z prac Zmarłego: *Die radioactive Strahlung als Gegenstand warscheinlichkeitstheoretischer Untersuchung* (Berlin 1913). Chodzi mi tu o ostatnie trzy słowa w tym tytule: prawie wszystkie ważniejsze prace Władysława Bortkiewicza poświęcone były w gruncie rzeczy poszukiwaniu obiektów do badań z punktu widzenia rachunku prawdopodobieństwa i statystyki. Oczywiście nie dość jest znaleźć obiekt do badań. Aby dowieść, że się go znalazło, należy jeszcze przeprowadzić samo badanie i wyniki muszą być interesujące i ważne. Wzrastające stale w ciągu ostatnich dziesięcioleci zainteresowanie statystyką matematyczną zawdzięcza Europa w znacznej mierze pracom Władysława Bortkiewicza, w których umiał on wykazać płodność badań statystycznych w coraz to nowych dziedzinach.

Dziedzinami temi były: statystyka rzadkich wypadków, fizyka, notowania wyników gry w ruletę, biologia, demografia, ekonomja. Nie obca też była Zmarłemu i czysta teoria statystyki, której poświęcał osobne prace i wiele bardzo ciekawych stron w pracach traktujących o zastosowaniach. Te ostatnie są jednak, mojem zdaniem, najważniejsze. Rozmaite, często luźno sformułowane kwestje praktyczne, oraz kwestje zaczerpnięte z innych nauk są w nich przetwarzane w ścisłe zagadnienia matematyczne i rozwiązywane.

Zadanie badania statystycznego rozumiał Władysław Bortkiewicz tak, jak je kiedyś sformułował E. Borel: zaobserwowane są dane częstotliwości jakichś zjawisk — znaleźć schemat losowania kul z urny lub z urny taki, by zaobserwowane liczby były jego konsekwencjami. Podejście to można prześledzić przez większość prac Zmarłego. Wycięż z nich tylko kilka najważniejszych.

Może najbardziej znaną pracą Bortkiewicza jest książka p. t. *Das Gesetz der kleinen Zahlen* (Lipsk 1898). Zawiera ona znane od czasów Poissona wzory oraz nowe i zupełnie nieoczekiwane ich zastosowania.

Niech p oznacza prawdopodobieństwo jakiegoś zjawiska E . Jeśli odnośne doświadczenia są niezależne i powtarzają się n razy, przyczem p nie ulega zmianom, to prawdopodobieństwo, że zjawisko E zaistnieje dokładnie k razy, równe jest

$$P_{n,k} = C_n^k p^k (1-p)^{n-k}$$

Wyobraźmy sobie teraz, że p jest liczbą bardzo małą, a n — bardzo dużą, i oznaczmy przez m iloczyn

$$m = pn.$$

Można teraz łatwo dowieść, że wartość prawdopodobieństwa $P_{n,k}$ mało się różni od

$$P_k = e^{-m} \frac{m^k}{k!}$$

To właśnie ostatnie wyrażenie jest znane jako graniczne prawo prawdopodobieństwa Poissona. Przed pracą Bortkiewicza ilustracje, względnie zastosowania tego wzoru nie były znane.

Zastosowania wyników rachunku prawdopodobieństwa, które były popularne w końcu ubiegłego stulecia, ograniczały się do rozważań stałości częstotliwości zjawisk masowych. Stałość ta — tak zwane prawo wielkich liczb — znalazła swe matematyczne uzasadnienie w pracach wielu matematyków, zaczynając od Jakóba Bernoulliego (1713). W przeciwieństwie do zjawisk, powtarzających się masowo, zjawiska rzadkie wymykały się ujęciu w jakieś „prawo“.

Władysław Bortkiewicz w omawianej pracy stwierdził, że cały szereg zjawisk rzadkich (statystyka rzadkich wypadków) ulega z wielką dokładnością opartemu o schemat losowy prawu, wyrażonemu wzorem Poissona. Sam ten fakt mógłby może być uważany za słaby, gdyby nie miał poważnych następstw. Polegają one na następującym.

Stwierdzenie zgodności pomiędzy obserwowanymi częstotliwościami jakichś zjawisk, a prawem Poissona świadczy o tem, że prawdopodobieństwa tych zjawisk w ciągu całego okresu badań zachowywały tę samą wartość. Odwrotnie—rozbieżność pomiędzy prawem Poissona a częstotliwościami zjawisk świadczy o zmienności ich prawdopodobieństw. W ten sposób stwierdzenie aktualności prawa Poissona stało się w pewnej mierze równoważnym ze stwierdzeniem stałości prawdopodobieństwa jakichś zjawisk, to zaś zagadnienie stanowi obecnie jedno z najważniejszych zastosowań statystyki matematycznej w najrozmaitszych dziedzinach, jak statystyka wypadków przy pracy, rozmaite zagadnienia medyczne, biologiczne i techniczne (jednolitość produktów fabrykacji). W fizyce to samo prawo Poissona znalazło zastosowania dzięki pracom Smoluchowskiego i innych.

Okoliczność, że rzadkie zjawiska ulegają w pewnych warunkach „prawu“ opartemu o schemat losowy, określił Bortkiewicz słowami, że ważnym dla nich jest „prawo małych liczb“.

Drugą z kolei ważniejszą monografią Bortkiewicza jest wspomniana już książka *Die radioactive Strahlung als Gegenstand wahrscheinlichkeitstheoretischer Untersuchung*.

Autor uważa, że przy badaniu zjawisk promieniowania z punktu widzenia rachunku prawdopodobieństwa możliwe są dwa różne sposoby traktowania zagadnienia. Przedewszystkiem można rozważać przerwy pomiędzy kolejnymi rozpadami atomów ciał promieniotwórczych i zastanawiać się, czy posiadają one charakter losowy. Niech x oznacza dowolny okres czasu. Prawdopodobieństwo, iż najbliższy rozpad atomu nastąpi nie wcześniej niż po czasie x , równe jest

$$F\{x\} = e^{-kx}$$

Wzór ten wyprowadzony został na podstawie założeń: (a) funkcja F jest różniczkowalna i (b) rozkłady atomów są od siebie niezależne. Liczne wyniki doświadczalne okazują zupełną zgodność z powyższym wzorem.

Drugi sposób traktowania tychże zjawisk prowadzi do prawa Poissona. Podstawowym objektem rozważań są tu liczby rozkładów atomów w ciągu równych okresów czasu.

Trzecia większa praca Władysława Bortkiewicza—może najważniejsza—nosi tytuł *Die Iterationen* (Berlin 1917). Powstała ona na skutek publi-

kacji Karola Marbe p. t. *Die Gleichformigkeit in der Welt*, w której klasyczne pole do ilustracji wyników rachunku prawdopodobieństwa, wyniki gier hazardowych, było tak potraktowane, że całość mogłaby służyć za argument, że teoria prawdopodobieństwa wogóle nie ma zastosowań w świecie zewnętrznym. Bortkiewicz miał początkowo zamiar poświęcić pracy Marbego tylko artykuł krytyczny. Okazało się jednak, że materiał jest duży, a wyniki interesujące, wobec czego powstała książka.

Traktowane w niej zagadnienie możnaby krótko sformułować jak następuje. Rozważane są ciągi doświadczeń, przyczem w wyniku każdego może zaistnieć jedno ze zjawisk $A, B, \dots C$. Jeśli jakieś jedno zjawisko, np. A powtarza się w wyniku n kolejnych doświadczeń, to doświadczenia te tworzą „iterację“. Jeśli N jest liczbą dokonywanych doświadczeń, przyczem każdemu ewentualnemu wynikowi doświadczenia odpowiada określone prawdopodobieństwo, to liczba x iteracji o długości n jest zmienną ewentualną o określonych własnościach, które są przedmiotem rozważań autora.

Rozważania te są bardzo pięknie rozczłonkowane. Pierwsza ich część nosi nazwę sylleptyki i jest zupełnie niezależna od pojęć z teorii prawdopodobieństwa. Dotyczy ona własności zbioru wartości, które może posiadać zmienna ewentualna x . Druga część rozważań wchodzi w zakres teorii prawdopodobieństwa. Nazywa ją autor stochastyką—nazwa wprowadzona kiedyś przez Bernoulliego, potem zapomniana a obecnie ogólnie przyjęta.

Z tem rozczłonkowaniem rozważań związane jest całe piękno i przejrzystość książki, operującej zresztą zupełnie elementarnymi działami rachunku prawdopodobieństwa. Zaznaczyć należy, że rozdzielanie rozważań sylleptycznych i stochastycznych nie jest bardzo popularne, i w wielu nawet nowszych pracach obie części rozwiązania zagadnienia przeplatają się wzajemnie. W wyniku popełniane są liczne błędy o charakterze elementarnym, którychby się napewno uniknęło, gdyby rozważania stochastyczne były poprzedzone przez sylleptykę.

Wyniki teoretyczne zawarte w książce *Die Iterationen* ilustrowane są głównie na notowaniach wyników gry w ruletkę, znajdują jednak zastosowanie i w innych dziedzinach, jak np. przy badaniach częstotliwości płci bliźniąt etc. Za każdym razem dochodzi się do wniosku—sprzecznego z twierdzeniami Marbego, że skonstruowanie stochastycznego modelu obserwowanych zjawisk jest rzeczą możliwą.

Ostatnią ze znanych mi większych prac Władysława Bortkiewicza, których treścią jest konstrukcja stochastycznego modelu jakichś zjawisk, jest *Homogeneität und Stabilität in der Statistik* (Skandinavisk Aktuarietidskrift, 1918). Traktowane są w niej zagadnienia dyspersji i jej zależności od liczby

spostrzeżeń, od różnorodności obserwowanej masy oraz od zmian zachodzących w tej masie pomiędzy poszczególnymi okresami obserwacyjnymi. Szereg osiągniętych tu wyników znalazł niespodziewane zastosowanie w teorii doświadczeń rolniczych.

Liczne czysto teoretyczne prace Bortkiewicza — w tem kilka ogłoszonych w Polsce w *Pracach Matematyczno-Fizycznych* — poświęcone są teorii współczynnika dyspersji i prawu Gaussa. Należy jeszcze zanotować prace z matematyki ubezpieczeniowej.

Kończąc, chciałbym podnieść jeszcze jedną zasługę Zmarłego. Poświęcając tak wiele trudu konstrukcji modeli stochastycznych zjawisk rozmaitego

rodzaju, spotykał się Władysław Bortkiewicz stale z zagadnieniem, czy dany model stochastyczny jest istotnie zgodny z wynikami obserwacji. Innymi słowami: czy różnice pomiędzy liczbami empirycznymi, a ich nadziejami matematycznymi, wynikającymi ze skonstruowanego modelu, mogą być przypisane nieuniknionym wahaniom losowym, czy też model jest źle skonstruowany. Zagadnienia tego rodzaju i metody ich rozwiązania, których początki tkwią w wielu pracach Władysława Bortkiewicza, są obecnie traktowane w Europie i w Ameryce, jako najważniejsze zagadnienia statystyki matematycznej.

JERZY WISZNIEWSKI

PRZYCZYNEK DO ZNAJOMOŚCI FAUNY WROTKÓW POLESIA.

W sierpniu 1929 roku wyjechałem w okolice Pińska na Polesie, jako członek ekspedycji, zorganizowanej przez Instytut im. M. Nenckiego. Od 1 do 9 tego miesiąca pracowałem w terenie, wraz z dwoma innymi uczestnikami wyprawy, poczem jednak z przyczyn ode mnie niezależnych musiałem Polesie opuścić. Materiały zebrane przez pozostałych w dalszym ciągu na Polesiu członków ekspedycji pp. dr. St. Jakubisiaka i dr. A. Moszyńskiego, zostały złożone w zbiorach Stacji Hydrobiologicznej na Wigrach, skąd były mi uprzejmie przekazane do opracowania. Po uzupełnieniu próbkami zebranymi przeze mnie, stanowiły one podstawę do ułożenia poniższej listy wrotków poleskich.

Wobec trudności oznaczenia form bardziej zniekształconych w próbkach, konserwowanych przeważnie bez znieczulania, w spisie tym podaję wyłącznie gatunki, które mimo zdeformowania dały się określić z dostateczną ścisłością. W związku z tem słabo są w nim reprezentowane grupy najgorzej znoszące utrwalenie, jak *Bdelloidea*, *Flosculariaceae* i *Collothecaceae*. Jeśli prócz tego uwzględnić, że niektóre z opracowanych próbek, zbierane dla innych celów rzadką siatką gazową, zawierały tylko przypadkowo okazy większych jedynie wrotków — jasnym będzie, iż materiał, którym rozporządzałem, nie mógł dostarczyć kompletnego obrazu fauny wrotków Polesia, lecz zobrazował zaledwie pewien jej fragment, ciekawy jednak ze względu na swoisty charakter wód poleskich, które dotychczas są nader niedostatecznie, jeśli chodzi

o wrotki, poznane. W r. 1909 Woronkow opracował pod tym względem materiały zebrane przez wycieczkę studentów z Moskwy, zestawiając spis 48 gatunków, zresztą przeważnie pospolitszych; jest to jedyna dotąd notatka faunistyczna w tej dziedzinie.

Materiał mój zbierany był w zbiornikach wodnych okolic Pińska, ze szczególnem uwzględnieniem rzek. Próbki zbadane pochodzą mianowicie:

Z jezior: Horodyszcze (5 próbek), Pohost (5), i Motol (4);

Z rzek: Jasiołda, na odcinku Horodyszcze—Kaczanowice (około 16 km, 21 próbek), Pina (Horodyszcze—Pińsk, ok. 13 km, 12 próbek), Prypeć (Kaczanowice—Krywicze, ok. 12 km, 6 próbek) i Strumień (Krywicze—Pińsk, ok. 14 km, 4 próbki).

Pozatem 12 próbek pochodzi z drobnych zbiorników, położonych wśród bagien (t. zw. „oka“, „proscie“, „kopanice“ i t. p.), oraz z mniej lub więcej wyraźnie wyodrębnionych łąk rzecznych lub t. zw. „ozieryszcz“¹⁾.

Wszystkie próbki zbierane były w czasie od 1 do 30 sierpnia 1929 r.

Przy zestawianiu listy przyjąłem podział systematyczny, zaproponowany przez Harringa i Myersa (1926). Przy każdym gatunku podaję nazwę zbiornika, w którym był znajdowany. Liczby w nawiasach oznaczają ilość próbek, pochodzących z danego zbiornika i zawierających odpowiedni gatunek. Wreszcie gwiazdką oznaczone zostały gatunki, stwierdzone na Polesiu przez Woronkowa (l. c.).

Lista znalezionych form.

Rząd: *Ploima*.

Rodzina: *Notommatidae*.

Rodzaj: *Notommata* Ehr.

N. aurita (Müller). — Jez. Horodyszcze (2).

N. brachyota Ehr. — Forma ta, nienotowana przez Harringa

¹⁾ Bliższą charakterystykę eksplorowanego terenu zawierają prace: A. Mosszyński ze współudziałem S. Jakubisiaka: „Niektóre dane do hydrografji okolic Pińska na Polesiu“. Archiwum Hydr. i Ryb. T. V str. 225, 1931, oraz M. Janiszewski: „Z jezior polskich“. Przegląd rybacki, T. III, str. 385, 1930.

i *Myersa* ('22 i '24), jest niewątpliwie „dobrym“ gatunkiem. Egzemplarze, przeze mnie znalezione, odpowiadają w zupełności opisowi i rysunkom *Weber'a* ('98).

N. tripus Ehr. — Jasiołda (1).

Rodz. *Taphrocampa* Gosse.

T. selenura Gosse. — Jasiołda (3), Pina (3).

Rodz. *Cephalodella* Bory de St. Vincent.

C. auriculata (Müller). — Pina (2).

C. eva (Gosse). — Jez. Horodyszcze (1).

C. forficula (Ehr.). — Jasiołda (1), Pina (1).

C. gibba (Ehr.). — Jez. Horodyszcze (1), ozieryszcze Jasiołdy (1), Jasiołda (2), Pina (4).

C. gracilis (Ehr.). — Jasiołda (2), Pina (1).

C. tenuior (Gosse). — Wśród bagien (1).

Rodz. *Scaridium* Ehr.

S. longicaudum (Müller). — Wśród bagien (1), Pina (3), Prypeć (1).

Rodz. *Monommata* Bartsch.

M. longiseta (Müller). — Wśród bagien (1), Pina (1).

Rodz. *Dicranophorus* Nitzsch.

D. caudatus Ehr. — Ozieryszcze (1)

D. forcipatus (Müller). — Jez. Horodyszcze (1), wśród bagien (1), Jasiołda (2), Pina (2).

Rodzina: *Synchaetidae*.

Rodz.: *Synchaeta* Ehr.

S. oblonga Ehr. — Jasiołda (10), Pina (8), Prypeć (2).

S. stylata Wierzejski. — Wśród bagien (1), ozieryszcze (2), Jasiołda (7), Pina (3). Szeroko rozpowszechnionego i naogół pospolitego gatunku *S. pectinata* Ehr. nie stwierdziłem zupełnie ściśle ani razu; być może jednak, że występuje on w wodach Polesia, lecz silnie zdeformowane okazy nie dały się oznaczyć dokładnie.

Rodz.: *Ploesoma* Herrick.

P. hudsoni (Imhof). — Jez. Horodyszcze (1), ozieryszcze (1), Jasiołda (2).

**P. lenticulare* (Herrick). — Jasiołda (4).

P. truncatum (Levander). — Jez. Horodyszcze (3), ozieryszcze (1), Jasiołda (8), Pina (1).

Rodz.: *Polyarthra* Ehr.

P. trigla Ehr. — Jez. Horodyszcze (4), Motol (1), wśród bagien (2), ozieryszcze (2), Jasiołda (9), Pina (5).

P. trigla var. *euryptera* Wierzejski. — Jez. Horodyszcze (2), Jasiołda (3). Zgodnie z wnioskami Słonimskiego ('25) uważam formę tę za odmianę *P. trigla*.

Rodzina: *Gastropodidae*.

Rodz.: *Gastropus* Imhof.

G. stylifer Imhof. — Ozieryszcze (2), Łacha Jasiołdy (1).

Rodz.: *Ascomorpha* Perty.

A. ecaudis Perty. — Łacha Jasiołdy (1).

Rodzina: *Trichocercidae*.

Rodz.: *Trichocerca* Lamarck.

**T. bicristata* (Gosse). — Wśród bagien (1), ozieryszcze (1), Jasiołda (4).

T. capucina (Wierzejski & Zacharias). — Jez. Horodyszcze (2), ozieryszcze (1), Jasiołda (6).

**T. cylindrica* (Imhof). — Jez. Horodyszcze (5), Pohost (2), Motol (2), Jasiołda (1).

**T. cristata* (Ehr.). — Jez. Horodyszcze (1), wśród bagien (2), Jasiołda (4), Pina (2).

T. elongata (Gosse). — Jasiołda (1), Pina (1).

**T. longiseta* (Schrank). — Wśród bagien (1), Jasiołda (1).

T. pusilla (Jennings). — Jez. Horodyszcze (2), ozieryszcze (1), Jasiołda (8).

T. rattus (Müller). — Jasiołda (1), Pina (1).

Rodz.: *Diurella* Bory de St. Vincent.

- **D. porcellus* (Gosse). — Jez. Horodyszcze (1), Pina (1).
D. rousseleti (Voigt). — Jez. Horodyszcze (2).
 **D. stylata* Eyferth. — Jez. Horodyszcze (2), Motol (1).
D. tenuior (Gosse). — Wśród bagien (1), Jasiołda (2), Pina (2).

Rodzina: *Asplanchnidae*.

Rodz.: *Asplanchna* Gosse.

- A. brightwelli* Gosse. — Jez. Pohost (2), dość licznie wśród roślin przybrzeżnych.
 **A. priodonta* Gosse. — Jez.: Horodyszcze (3), Pohost (2), ozieryszcze (2), Jasiołda (5), Pina (3), Strumień (1), Prypeć (1).

Rodzina: *Brachionidae*.

Rodz.: *Brachionus* Pallas.

- **B. angularis* Gosse. — Jez.: Horodyszcze (3), Motol (2), wśród bagien (2), ozieryszcze (2), Jasiołda (9), Pina (4), Prypeć (1).
 **B. calyciflorus* Pallas. — Wśród bagien (4), Jasiołda (2), Pina (7), Strumień (1), Prypeć (2).
 **B. calyciflorus* var. *amphiceros* Ehr. — Jez. Pohost (1), Jasiołda (2), Pina (4).
B. capsuliflorus Pallas. — Jez.: Horodyszcze (1), Motol (1), wśród bagien (4), ozieryszcze (1), Jasiołda (10), Pina (3), Prypeć (1).
B. capsuliflorus var. *brevispinus* (Ehr.). — Pina (1).
B. capsuliflorus var. *cluniorbicularis* (Skorikov). — Pina (1).
B. capsuliflorus var. *convergens* (Jakubski). — Wśród bagien (2).
B. capsuliflorus var. *michaelseni* (Daday). — Wśród bagien (1), Jasiołda (2), Pina (2). Obie odmiany ostatnie są dość rzadko notowane; z pośród autorów polskich podał je tylko Jakubski ('14).
B. leydigii var. *tridentatus* (Zernov). — Jez. Horodyszcze (1).
B. patulus Müller. — Wśród bagien (3), Jasiołda (6), Pina (1).
 **B. urceus* (Linnaeus). — Wśród bagien (1), Jasiołda (2), Pina (1), Prypeć (3).

Rodz.: *Schizocerca* Daday.

- **S. diversicornis* Daday. — Jez. Pohost (4), ozieryszcze (1), Jasiołda (1).

**S. diversicornis* var. *homoceros* Wierzejski. — Jez.: Pohost (3), Motol (1), Jasiołda (1).

Rodz.: *Platyias* Harring.

P. quadricornis (Ehr.). — Jez. Motol (2), wśród bagien (2), Jasiołda (4), Pina (1), Prypeć (3).

Rodz.: *Keratella* Bory de St. Vincent.

**K. cochlearis* (Gosse). — Jez.: Horodyszczce (5), Pohost (1), ozieryszcze (2), Jasiołda (5), Pina (3), Prypeć (2).

**K. cochlearis* var. *tecta* (Gosse). — Jez.: Horodyszczce (1), Pohost (2), wśród bagien (1), ozieryszcze (1), Jasiołda (3), Prypeć (1).

**K. cochlearis* var. *hispida* (Lauterborn). — Ozieryszcze (1), Jasiołda (9).

**K. quadrata* (Müller). — Jez.: Horodyszczce (1), Motol (1), ozieryszcze (1), Jasiołda (7), Pina (1), Prypeć (2).

K. quadrata var. *brevispina* (Ehr.). — Wśród bagien (1).

Rodz.: *Notholca* Gosse.

N. longispina (Kellicott). — Jez. Horodyszczce (4), Jasiołda (2).

N. striata var. *labis* (Gosse). — Po jednym egzemplarzu w 2 próbkach z Piny.

Rodz.: *Anuraeopsis* Lauterborn.

**A. fissa* (Gosse). — Jez. Horodyszczce (1), wśród bagien (1), ozieryszcze (1), Jasiołda (4).

Rodzina: *Euchlanidae*.

Rodz.: *Euchlanis* Ehr.

E. dilatata Ehr. — Jez. Motol (2), wśród bagien (3), ozieryszcze (1), Jasiołda (9), Pina (11), Strumień (1), Prypeć (4). Jest to jeden z najpospolitszych wrotków w wodach Polesia.

E. oropha Gosse. — Jeden egzemplarz w próbce z Piny.

E. meneta Myers. — Pojedyncze egzemplarze w 6 próbkach z Piny. Gatunek ten stworzony został przez Myersa ('30) dla formy, podanej z okolic Gdańska przez Lucкса ('12) jako *E. oropha* Gosse, od której jednak różni się całkiem wyraźnie cien-

kiemi, długimi pazurkami, kształtem pancerzyka oraz obecnością dodatkowej płytki na grzbietowej stronie nogi. Prócz dwóch wymienionych poprzednio autorów z formą tą miał też do czynienia Olofsson ('18), sądząc z jego rysunku (fig. 50 na str. 591), określał ją jednak zgodnie z Lucksem jako *E. oropha*. Znalezione przeze mnie okazy w zupełności odpowiadają opisowi Myersa. Wymiary: dług. płytki grzbietowej 144 μ , szer. 111 μ , dług. pazurków 60 μ , głębokość tylnej wnęki grzbietowej 33 μ .

E. (Dapidia) deflexa Gosse. — Jez. Pohost (1), Jasiołda (2), Pina (7), Prypeć (2), wszędzie w pojedynczych egzemplarzach.

E. (Dapidia) pyriformis Gosse. — Jasiołda (1), Pina (1).

E. (Dipleuchlanis) propatula (Gosse). — Pina (1).

Rodz.: *Lecane* Nitzsch.

**L. luna* (Müller). — Jez. Horodyszcze (2), wśród bagien (3), Jasiołda (5), Pina (10), Prypeć (3). Gatunek rozpowszechniony, jednak zawsze nieliczny.

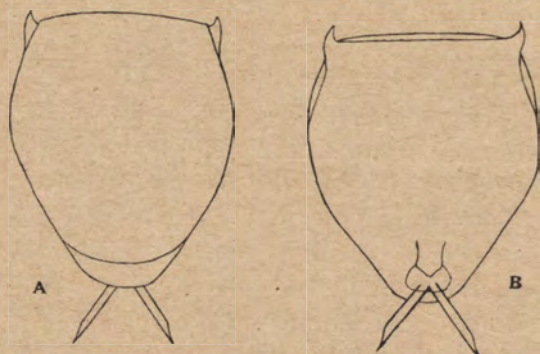
L. ungulata (Gosse). — Jasiołda (1), Pina (5).

L. ludwigii (Eckstein). — Wśród bagien (1), Jasiołda (1), Pina (1).

L. ohioensis (Herrick). — 1 egzemplarz w próbce z Piny.

L. brevis (Murray). — W próbce z Piny znalazłem jeden egzemplarz tego gatunku, dotychczas w Polsce nieznanego. Harring & Myers ('26) uważają gatunek ten za identyczny z *L. flexilis* (Gosse); okaz znaleziony przeze mnie różni się w szczegółach dość wyraźnie od opisu i rysunku tych autorów, odpowiada zaś dobrze opisowi *L. brevis*, podanemu przez Olofssona ('18). Nie znając oryginalnego opisu Murraya, identyfikuję mój egzemplarz z wymienionym gatunkiem na podstawie danych Olofssona, nie przesądzając wobec szczupłego materiału sprawy jego samodzielności, podaję przytem rysunki (rys. 1) i opis. — Płytką grzbietowa owalna, z przodu zakończona zlekka wypukłą krawędzią. Płytką brzuszna ku tyłowi silnie się zwęża; przednia jej krawędź ściśle prosta. Po bokach z przodu pancerzyka wydatne ząbki. Płytką grzbietowa szerszą jest od brzusznej tylko na niewielkiej przestrzeni w przedniej części ciała, tuż za przednimi ząbkami, gdzie płytką brzuszna wykazuje wyraźne przewężenie. „Segment tylny“ („posterior segment“

Harringa & Myersa '26) zaokrąglony. Obie płytki posiadają powierzchnię rzeźbioną delikatnymi linjami, których dokładnego przebiegu zbadać jednak nie mogłem. Kształtu „płytek coxalnych“ („coxal plates“) nie zaobserwowałem; pierwszy człon nogi wyraźny, wydłużony, drugi — o szerokości prawie dwukrotnie większej niż długość. Pazurki krótkie, mniej niż $\frac{1}{4}$ całkowitej długości ciała, cylindryczne, na końcach zaostrome w ząbek, utworzony dzięki ścięciu ich zewnętrznych krawędzi. Wymiary: długość całkowita 105 μ , długość pancerzyka 82 μ , szerokość 71 μ , szerokość krawędzi przedn. 56 μ , długość pazurków 26 μ .



Rys. 1. *Lecane brevis* (Murray). a) widok od strony grzbietowej, b) od strony brzusznej.

Rodz. *Monostyla* Ehr.

M. bulla Gosse. — Jez. Horodyszczce (1), wśród bagien (3), Jasiołda (15), Pina (9), Prypeć (4). — Jeden z najpospolitszych w badanym materiale gatunków.

M. closterocerca Schmarida. — Jez. Horodyszczce (1), Pohost (1), wśród bagien (1), ozieryszcze (1), Jasiołda (1), Pina (4), Prypeć (2)

M. hamata Stokes. — Ozieryszcze (1), Pina (2).

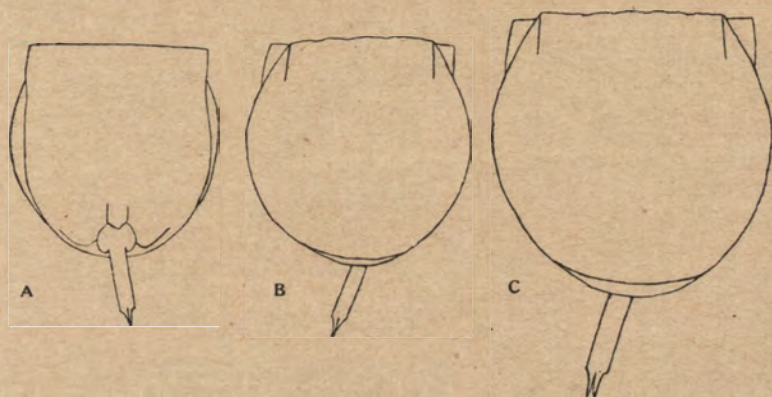
**M. lunaris* (Ehr.). — Jez. Horodyszczce (2), wśród bagien (3), Jasiołda (3), Pina (3), Prypeć (2).

**M. quadridentata* Ehr. — Wśród bagien (1), Jasiołda (1).

M. stenroosi Meissner. — Wśród bagien (1), Jasiołda (1), Prypeć (1) — w każdej próbce po jednym egzemplarzu. Gatunek

ten, na ziemiach polskich dotychczas niespotykany, jest na ogół dość rzadkim. Haring & Myers ('26) podają zaledwie kilka stanowisk, w których był on znajdowany. Egzemplarze moje w żadnym szczególe budowy nie odbiegały od opisu Harringa i Myersa (l. c.).

M. furcata Murray (= *M. ovalis* Jakubski). — W próbce z Piny znalazłem 3 okazy, zbliżone wyraźnie do *M. furcata*, jednak posiadające na końcu pazurka pojedynczy ząbek, oraz mające mniejsze rozmiary, niż dla tego gatunku podają Haring & Myers ('26). Ząbek pazurkowy zdradzał zaledwie słabą tendencję do rozszczepienia, (rys. 2a, b). Okazy te określiłem początkowo jako *M. ovalis* Jakubski, gdyż



Rys. 2. *Monostyla furcata* (Murray). a) okaz poleski od strony brzusznej b) tenże od strony grzbietowej, c) okaz z okolic Valencji, od strony grzbiet.

wszystkie cechy ich budowy odpowiadały opisowi i rysunkowi tego autora ('14). Dzięki uprzejmości p. dra M. Gieysztoro otrzymałem do przejrzania próbki planktonu, zebrane we wrześniu 1929 r. w okolicach Valencji (Hiszpanja), gdzie znalazłem kilka egzemplarzy tego samego wrotka. Wśród nich można było stwierdzić znaczne wahania indywidualne co do wielkości ciała: niektóre niewiele większe były od osobników poleskich, gdy inne przekraczały wymiary podane przez Harringa & Myersa (p. tabela). Jednocześnie rzucał się w oczy zmienny stopień rozszczepienia ząbka na pazurku: wprawdzie ani razu nie stwierdzi-

łem tak wybitnego ich rozdziału, jak na rys. wspomnianych autorów, lub Hauer a ('29), niemniej jednak liczne osobniki posiadały dwa wyraźnie oddzielne i odgraniczone od siebie ząbki (rys. 2c). W związku z powyższymi spostrzeżeniami, biorąc przytem pod uwagę, że już w literaturze można spotkać uwagi o osobnikach *M. furcata* mniejszych rozmiarów (Fad e e w '24, Retowski '29, Hauer '29) oraz posiadających pazurek zakończony niezbyt wyraźnie od siebie oddzielonemi ząbkami (R e t o w s k i, l. c.) i że przytem wszystkie przejrane przeze mnie osobniki, poza tym jednym szczegółem, nie wykazują żadnych odrębności — uważam je za przedstawicieli gatunku *Monostyla furcata* Murray, w obrębie którego stwierdzić można zmienność indywidualną odnośnie wymiarów ciała oraz stopnia rozszczepienia ząbków na pazurku. W ramach tej zmienności mieści się też forma opisana przez Jakubskiego (l. c.) jako *M. ovalis*, tembardziej że sam autor wspomina o „rozdwojonym kolcu“ na końcu pazurka u jednego z zaobserwowanych przez siebie okazów. Na zakończenie podaję tabelkę wymiarów *M. furcata* w/g Harringa i Myersa, Jakubskiego, Fad e e w a, Hauer a i Retowskiego oraz okazów poleskich i hiszpańskich, zmierzonych przeze mnie.

| | Harring & Myers | Jakubski | Fad e e w | Re-towski | | Okazy z Polesia | | Okazy z okolic Valencji | | Hauer |
|--|-----------------|----------|-----------|-----------|-----|-----------------|----|-------------------------|-----|-------|
| | | | | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 2 | |
| Dług. całkowita ciała | 100 | 83 | | | | 81 | 85 | 93 | 104 | |
| „ płytki grzbietowej | 75 | | 72 | 68 | 70 | 59 | 59 | 68 | 76 | 64 |
| „ „ brzusznej | 78 | | | 70 | 71 | 61 | 63 | 70 | 78 | 67 |
| Szer. „ grzbietowej | 70 | 70 | 65 | 65 | 65 | 59 | 59 | 67 | 70 | 62 |
| „ „ brzusznej | 60 | | | 53 | 53 | 52 | 52 | 59 | 63 | 53 |
| Szer. przedniej krawędzi grzbietowej | 43 | | | | | 38 | 38 | 40 | 44 | 41 |
| Szer. przedniej krawędzi brzusznej | 58 | | 53 | 55 | 55 | 48 | 50 | 56 | 59 | 53 |
| Dług. pazurka bez ząbka | 22 | }22 | 23 | }23 | }23 | 17 | 17 | 17 | 21 | 21 |
| „ ząbka | 5 | | 5 | | | 5 | 5 | 5 | 6 | 6 |

Rodz.: *Lepadella* Bory de St. Vincent.

- L. acuminata* (Ehr.). — Pina (2).
 **L. ovalis* (Müller). — Jez. Horodyszcze, Pohost (1), ozieryszcze (1), Jasiołda (7), Strumień (1).
L. patella (Müller). — Wśród bagien (2), ozieryszcze (1), Jasiołda (2), Pina (3), Prypec (1).
L. rhomboides (Gosse). — Pina (1).
L. triptera (Ehr.). — Pina (1).

Rodz.: *Colurella* Bory de St. Vincent.

- C. adriatica* (Ehr.). — Pina (1).
C. bicuspidata (Ehr.). — Wśród bagien (1), Jasiołda (3), Pina (2).
C. colurus (Ehr.). — Jez. Horodyszcze (1), Pina (1).
C. obtusa (Gosse). — Pina (1).
C. uncinata (Müller). — Jasiołda (2), Pina (1).

Rodz.: *Mytilina* Bory de St. Vincent.

- M. mucronata* (Müller). — Ozieryszcze (1), Jasiołda (2).
M. ventralis (Ehr.). — Wśród bagien (3), ozieryszcze (1), Jasiołda (11), Pina (7), Prypec (2).
 **M. ventralis* var. *brevispina* (Ehr.). — Jasiołda (1), Pina (5), Strumień (1), Prypec (1).

Rodz.: *Trichotria* Bory de St. Vincent.

- **T. pocillum* (Müller). — Wśród bagien (1), Jasiołda (2), Pina (4), Prypec (1).
T. tetractis (Ehr.). — Wśród bagien (3), ozieryszczcze (1), Jasiołda (2), Pina (9), Prypec (1).

Rodz.: *Lophocharis* Ehr.

- L. oxysternon* (Gosse). — Wśród bagien (1), Jasiołda (4), Pina (2).
L. salpina (Ehr.). — Prypec (1).

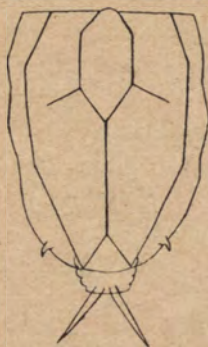
Rodz.: *Wolga* Skorikov.

- W. spinifera* (Western), (rys. 3). — Pina (3), Prypec (2). Gatunek ten nie był dotychczas stwierdzony na ziemiach polskich. Wszystkie znalezione egzemplarze odpowiadają opisowi Westerna ('94).

Rodzina: *Filiniidae*.

Rodz.: *Filinia* Bory de St. Vincent.

**F. longiseta* (Ehr.) — Jez.: Horodyszczce (4), Pohost (2), ozieryszcze (2), Jasiołda (7), Pina (1), Strumień (1).



Rys. 3. *Wolga spinifera* (Western).
Okaz skurczony, widziany od strony
grzbietowej.

Rodz.: *Pedalia* Barrois.

P. mira (Hudson), (rys. 4). — Ozieryszcze (1), Jasiołda (3), Pina (1). Znalezienie tego gatunku w większej ilości egzemplarzy było dla mnie specjalnie interesującym w związku z opisanym przeze mnie ('29) z okolic Warszawy nowym gatunkiem *Pedalia intermedia*. W ówczesnym swym materiale miałem tylko 2 okazy typowego *P. mira*, obecnie więc mogłem dokładniej porównać między sobą dwa te gatunki. Bliższe zbadanie około 20 osobników *P. mira* potwierdziło w zupełności całkowitą odrębność opisanego przeze mnie w r. 1929 gatunku. Okazy poleskie posiadają wszystkie cechy, notowane dla *P. mira* przez Hudsona ('86), Webera ('98) i Levandera ('95), których opisy służyły mi przede wszystkim za podstawę przy ustalaniu odrębności gatunkowej *P. intermedia*. Jedną tylko cechą okazy te róż-

niły się wyraźnie od tych opisów: mianowicie przydatek lokomotoryczny grzbietowy u wszystkich zbadanych przeze mnie egzemplarzy posiadał zawsze sześć szczeci (rys. 4b), osadzonych parami, t. j. w sposób podobny jak u *P. intermedia* i *P. fennica* (Levander). Podobne stosunki zauważył też u badanych przez siebie okazów *P. mira* Claus ('95), podkreślając, iż jest to cecha warunkująca być może ich odrębność gatunkową. Wobec tego, że moje egzemplarze poza tym jednym szczegółem budowy w niczem nie odbie-



Rys. 4. *Pedalia mira* (Hudson).
a) przydatek lokomotoryczny brzuszny, b) przydatek grzbietowy.

gają od typowej formy *P. mira* (obecność wybitnie rozwiniętej wargi, budowa szczęk, 3 pary wyrostków na przydatku brzuszny oraz kształt ich i wielkość) — nie sądzę, by reprezentowały one naprawdę odrębny gatunek, uważam jednak za rzecz prawdopodobną, że zarówno Claus, jak też i ja obecnie mieliśmy do czynienia z odmianą, odbiegającą od typu jedynie pod względem budowy przydatka grzbietowego, ustalenie jednak jej wartości systematycznej odkładam do czasu zebrania obfitszego materiału porównawczego. Wreszcie zaznaczę, że dość liczne osobniki miały płyn perivisceralny zabarwiony intensywnie na różowo.

Rodzina: *Testudinellidae*.

Rodz.: *Testudinella* Bory de St. Vincent.

**T. patina* (Hermann). — Jez. Motol (1), wśród bagien (4), ozieryszcze (2), Jasiołda (19), Pina (11), Prypeć (3). — Jest to najbardziej na Polesiu rozpowszechniony gatunek; występował prawie we wszystkich przejranych próbkach, choć nigdy zbyt licznie. Wiele egzemplarzy wykazywało dość wyraźną wypukłość przedniej grzbietowej krawędzi pancerzyka, nie tak jednak wybitną jak u var. *trilobata* Shephard, którą zresztą W o r o n k o w znajdował na Polesiu.

**T. mucronata* (Gosse). — Wśród bagien (1), Jasiołda (5), Pina (2).

T. truncata (Gosse). — Wśród bagien (1), Jasiołda (1), Pina (1).

Rodz.: *Pompholyx* Gosse.

P. sulcata Hudson. — Jez. Horodyszczce (3), Jasiołda (6), Pina (1).

Rząd: *Flosculariaceae*.

Rodzina: *Conochilidae*.

Rodz.: *Conochilus* Ehr.

C. unicornis Rousset. — Jez. Horodyszczce (1), Jasiołda (2), Pina (1).

Rząd: *Collothecaceae*.

Rodz.: *Collothecidae*.

Rodz.: *Stephanoceros* Ehr.

S. fimbriatus (Goldfuss). — 2 okazy w próbce z Jasiołdy.

Rodzina: *Atrochidae*.

Rodz.: *Cupelopagis* Forbes.

C. vorax (Leidy). — Kilka okazów tego ciekawego, dotychczas w Polsce spotykanego tylko przez Wierzejskiego ('93) gatunku, znajdowałem w Jasiołdzie (1) i Pinie (1); były one dość silnie zdeformowane, jednak zbadanie mastaxu umożliwiło zupełnie ściśle ich oznaczenie. Jeden z nich miał

przewód pokarmowy przepelniony szczątkami innych wrotków, z których przedewszystkiem rzucały się w oczy liczne szczęki i pigment oczny.

Rząd: *Bdelloidea*.

Rodzina: *Philodinidae*.

Rodz.: *Rotaria* Scopoli.

R. rotatoria (Pallas). — Jez. Horodyszczce (1), wśród bagien (2), Jasiołda (4), Pina (3).

* *R. neptunia* (Ehr.). — Wśród bagien (1), Prypeć (1).

Rodz.: *Dissotrocha* Bryce.

* *D. aculeata* (Ehr.). — Jasiołda (2).

D. macrostyla (Ehr.). — Jasiołda (5), Pina (7), Prypeć (1).

Lista powyższa obejmuje 108 form, z pośród których na wyróżnienie zasługują następujące rzadziej spotykane gatunki: *Euchlanis meneta* Myers, *Monostyla stenroosi* Meissner, *Lecane brevis* (Murray), *Monostyla furcata* Murray, *Wolga spinifera* (Western) i *Cupelopagis vorax* (Leidy). Z tych 3 nie były dotąd notowane na ziemiach polskich: *L. brevis*, *M. stenroosi* i *W. spinifera*; *E. meneta*, opisana przez Lucksa ('12) z okolic Gdańska, jako *E. oropha* Gosse, została obecnie znaleziona po raz pierwszy od czasu utworzenia dla niej odrębnego gatunku. W związku ze znalezieniem *M. furcata*, z gatunkiem tym została zidentyfikowana *Monostyla ovalis* Jakubski.

Z pośród 108 podanych tu form, 32 były już poprzednio stwierdzone na Polesiu przez Woronkova (l. c.), który ponadto zanotował następujące gatunki, nieodnalezione w moim materiale: *Conochilus volvox*, *Diurella tigris*, *D. sulcata*, *D. brachyura*, *Stephanops muticus*, *Salpina sulcata*, *Monostyla mollis*, *Brachionus bakeri* var. *zernovi*, *Anuraea aculeata* var. *squamula*, *Pterodina patina* var. *trilobata* i *Pompholyx complanata*.

Materiał mój, zbierany w większej swej części nie przeze mnie, dla innych celów i metodami niezawsze odpowiedniemi

w zastosowaniu do wrotków, nie może stanowić podstawy do ściślejszych rozważań ekologicznych. W badanym okresie wrotki nie występowały naogół nigdzie w większej ilości osobników. W próbkach z rzek ilość gatunków zwykle znaczna (do 38 w jednej próbce), każdy z nich jest jednak reprezentowany zaledwie przez kilka do kilkunastu okazów. Jedynie wśród roślinności przybrzeżnej nieco liczniej występują *Euchlanis dilatata*, *Monostyla bulla*, *Brachionus capsuliflorus*. W jeziorach stosunki przedstawiają się inaczej: gatunków jest tu mniej (ogółem 35 w najlepiej poznanem jez. Horodyszczce), jednak niektóre z nich rozwijają się liczniej. Są to: *Polyarthra trigla*, *Keratella cochlearis*, *Trichocerca cylindrica*, *Euchlanis dilatata*, *Asplanchna priodonta* i *A. brightwelli* (tylko w jez. Pohost).

Jako cecha ogólna eksplorowanego terenu, zasługuje na podkreślenie jego bogactwo pod względem fauny wrotków.¹⁾ Dokładniejsze badania, uwzględniające różne okresy roku i oparte na większym materiale, z pewnością dostarczyłyby wielu ciekawych szczegółów systematycznych i ekologicznych. Ekspedycja poleska 1929 r. miała charakter wyprawy informacyjnej i celem jej było dostarczenie podstaw do ogólnej orientacji w stosunkach hydrobiologicznych Polesia. Notatka niniejsza ma to samo zadanie w stosunku do fauny wrotków poleskich, nie wyczerpując jednak nawet w części tego niewątpliwie ciekawego i zasługującego na dalsze studia tematu.

Na zakończenie miło mi złożyć serdeczne podziękowanie współtowarzyszom wyprawy poleskiej pp. dr. St. Jakubisiakowi i dr. A. Moszyńskiemu oraz przyłączyć się do ich podziękowań dla kierownika Stacji Hydrobiologicznej na Wigrach p. d-ra A. Lityńskiego za cenne wskazówki, a dla ks. prałata J. Żelbo i p. E. Biało-brzeskiego, kierownika szkoły w Horodyszczu, za ułatwienie pracy w terenie.

Stacja Hydrobiologiczna na Wigrach, styczeń 1931.

¹⁾ Dla porównania podam, że w okolicach Warszawy znalazłem po dwuletniej pracy 176 gatunków (według niepublikowanych dotąd materiałów, które zostaną ogłoszone w następnym tomie „Archiwum Hydrobiologii“).

LITERATURA.

- Claus C., 1895. Bemerkungen über *Pedalion mira* Hudson. — Arb. Zool. Inst. Wien. Bd. XI.
- Collin, Dieffenbach, Sachse, Voigt, 1912. Rotatoria und Gastrotricha. — Die Süßwasserfauna Deutschlands. Heft 14.
- Fadeew N. N., 1924. Materialien zur Rotatorienfauna Russlands. — Russ. Hydrobiol. Zeitschrift. Bd. III.
- Harring H. K., 1913. Synopsis of the Rotatoria. — Smith. Inst. U. S. Nat. Mus. Bull. 81.
- Harring H. K., 1917. A revision of the rotatorian genera *Lepadella* and *Lophocharis* with description of five new species. — Proc. U. S. Nat. Museum, vol. 51.
- Harring H. K. & Myers F. J., 1922-1928. The Rotifer Fauna of Wisconsin I-IV — Trans. Wisc. Acad. Sci. Arts Lett. vol. 20-23.
- Hauer J., 1924. Zur Kenntnis des Rotatorien — Genus *Colurella* Bory de St. Vincent. — Zool. Anz. Bd. 59.
- Hauer J., 1929. Zur Kenntnis der Rotatoriengenera *Lecane* und *Monostyla*. — Zool. Anz. Bd. 83
- Jakubski A. W., 1914. Opis fauny wrotków (Rotatoria) powiatu Sokalskiego. — Rozpr. wiad. Muz. Dzieduszyckich, t. 1.
- Levander K. M., 1895. Beiträge zur Kenntnis der *Pedalion*-Arten. — Acta Soc. Fauna Flora Fen. vol. XI.
- Lucks R., 1912. Zur Rotatorienfauna Westpreussens. — Danzig.
- Myers F. J., 1930. The Rotifer fauna of Wisconsin. V. The genera *Euchlanis* and *Monommata*. — Trans. Wisc. Acad. Sci. Arts Lett. vol. 25.
- Olofsson O., 1918. Studien über die Süßwasserfauna Spitzbergens. — Uppsala.
- Remane A., 1929. Rotatorien, Gastrotrichen und Kinorhynchen. — Dr. H. G. Bronn's Klassen u. Ordn. d. Tierreichs. Bd IV, Abt. II, Buch I. Lief. I.
- Retowski L., 1929. Materiały do biologii planktonu zbiorników zalewowych na zasadzie badań w delcie rzeki Wołgi. — Arch. Hydrobiol. i Ryb. t. IV.
- Słonimski P., 1925. Sur la variation saisonnière chez *Polyarthra trigla* Ehr. — C. R. Soc. Biol. Paris. vol. 92.
- Weber E. F., 1897. Faune rotatorienne du bassin du Léman. — Rev. Suisse de Zool. vol. 5.
- Western G., 1894. On *Distyla spinifera*. — Journ. Quekett Micr. Club. ser. 2, vol. 5.
- Wierzejski A., 1893. *Rotatoria* (wrotki) Galicyi. — Rozpr. Wydz. mat.-przyr. Akademji Um. Kraków, t. XXVI.
- Wiszniewski J., 1929. Zwei neue Rädertierarten: *Pedalia intermedia* n. sp. und *Paradicranophorus limosus* n. g. n. sp. — Bull. Ac. Pol. Sc. Lett. Ser. B.
- Woronkow N. W., 1909. K faunie Rotatoria Minskoj gub. — Trudy Stud. Krużka Izsl. Russ. Prir. vol. 4

Résumé.

CONTRIBUTION À L'ÉTUDE DES ROTIFÈRES DE POLÉSIE
(POLOGNE).

par

J. WISZNIEWSKI.

L'auteur donne une liste de 108 espèces de Rotifères, trouvées durant le mois d'août 1929 aux environs de Pińsk en Polésie Polonaise. Dans cette liste (comp. le texte polonais) le nom de chaque espèce est accompagné du lieu, où elle a été trouvée et du nombre des prélèvements, où ladite forme a été constatée. Les espèces, constatées en Polésie antérieurement par Woronkows (1909) ont été marquées d'un astérisque. Trois espèces: *Monostyla stenroosi*, *Volga spinifera* et *Lecane brevis* étaient jusqu'à présent inconnues aux auteurs polonais. Outre cela, il est important de noter la découverte de quelques espèces intéressantes sous certains rapports et à propos desquelles l'auteur fait les remarques suivantes.

Euchlanis meneta Myers. — Cette espèce fut établie par Myers (1930) pour une forme présentée par Lucks (1912) des environs de Gdańsk (Danzig) sous le nom d'*E. oropha* (Gosse), dont elle se distingue nettement par ses orsels longs et effilés, par la forme de sa loïca et la présence d'une plaque accessoire sur la face dorsale du pied. C'est probablement à cette forme qu'avait affaire Olofson (1918), comme on peut en juger de son dessin (Fig. 50, p. 591). Mais il la nommait *E. oropha*, de même que Lucks. Tous les exemplaires trouvés sont entièrement d'accord avec la description de Myers.

Lecane brevis (Murray). — Cette espèce fut identifiée par Harring et Myers (1926) avec *L. flexilis* (Gosse). L'unique spécimen trouvé diffère sous quelques rapports de la description de ces auteurs, et il répond en tout à la description et au dessin, présentés par Olofsson (1918) pour *L. brevis*. C'est pourquoi l'auteur désigne cet exemplaire sous le nom de *L. brevis*, car la description de Murray lui est inaccessible. En même temps il donne une courte description et des dessins de l'exemplaire trouvé.

La plaque dorsale est ovale; à son extrémité antérieure elle est terminée par un bord légèrement convexe. La plaque ventrale, munie d'un bord antérieur tout à fait droit, se rétrécit considérablement dans sa partie postérieure. L'extrémité antérieure de la lorica est armée de fortes épines sur ses bords latéraux. La largeur de la plaque dorsale dépasse celle de la plaque ventrale seulement sur une petite étendue à l'extrémité antérieure du corps, immédiatement derrière les épines latérales, où la plaque ventrale montre une constriction distincte. Le segment postérieur est arrondi. La surface des deux plaques est couverte d'un ornement délicat, qui, toutefois, n'a pu être étudié dans ses détails. Le premier article du pied est distinct, allongé; le second est ovale, sa largeur dépasse presque du double sa longueur. Les orteils sont courts, leur longueur constitue moins que le quart de la longueur totale du corps. Ils sont cylindriques, leur extrémité est effilée et se termine par une épine, formée grâce à une coupe en biais du bord extérieur. Pour les dimensions — voir le texte polonais.

Monostyla furcata Murray (= *M. ovalis* Jakubski). — Les représentants de cette espèce, trouvés au nombre de trois exemplaires, étaient de moindres dimensions que la forme typique d'après les données de H a r r i n g et M y e r s (1926). L'épine terminale de l'orteil ne montre qu'une faible tendance à la bifurcation (Fig. 2a,b). Donc, ces exemplaires répondaient en tout à la description et au dessin de *M. ovalis* Jakubski (1914). En inspectant les matériaux récoltés par M. le Dr. G i e y s z t o r aux environs de Valence, (Espagne), l'auteur trouva quelques exemplaires de ce Rotifère. En même temps il eut l'occasion de constater parmi eux de considérables oscillations individuelles relatives aux dimensions du corps et au degré de la bifurcation de l'épine terminale de l'orteil. Quelques spécimens possédaient deux épines distinctement séparées l'une de l'autre, bien que jamais en un tel degré que le montre le dessin de H a r r i n g et M y e r s (comp. la Fig. 2b), ou de H a u e r ('29). A la suite de la variabilité individuelle de deux caractères spécifiques, qui distinguent *M. ovalis* de *M. furcata* (les dimensions du corps et l'épine de l'orteil), constatée par l'auteur, il faut considérer *M. ovalis* comme synonyme de *M. furcata*. L'auteur cite le fait, que J a k u b s k i lui-même (l. c., p. 34) trouva un spécimen de son espèce avec une épine terminale double; d'autre part, R e t o w s k i (1929) trouva des

exemplaires de l'espèce *M. furcata* avec des épines faiblement bifurquées. Enfin l'auteur compare les dimensions particulières de *M. furcata* d'après les données de quelques auteurs ainsi que les siennes (comp. le texte polonais; dans la table les dimensions particulières sont rangées dans le même ordre que dans la description de cette espèce chez Haring et Myers (l. c., p. 407).

Wolga spinifera (Western). — Cette espèce fut trouvée en une assez grande quantité d'exemplaires s'accordant bien avec la description de Western (1894). La Fig. 3 représente un des spécimens de cette espèce.

Pedalia mira (Hudson). (Fig. 4) — Un nombre assez considérable d'exemplaires trouvés, permet de comparer plus précisément cette espèce à *P. intermedia* Wiszniewski, décrite en 1929 des environs de Varsovie. Cette comparaison confirme totalement l'entière indépendance spécifique de cette dernière. Les exemplaires de *P. mira*, trouvés en Polésie, différaient seulement sous un rapport des descriptions de Hudson (1886), de Weber (1898) et de Levander (1895): notamment, l'appendice locomoteur dorsal possédait toujours six soies, implantées deux à deux sur trois pédoncules distincts. Claus (1895) a aussi remarqué de pareilles relations chez les spécimens de *P. mira*, étudiés par lui. Il fait remarquer, que c'est un caractère spécifique, qui détermine peut être l'indépendance de l'espèce. A part ce détail, les exemplaires de Polésie ne diffèrent en rien des représentants typiques de *P. mira*. En vue de celà, l'auteur considère comme vraisemblable, que la forme, mentionnée par Claus et constatée maintenant en Polésie, constitue peut-être une variété de l'espèce *P. mira*. Mais l'établissement définitif de sa valeur systématique doit être remise au temps, où on pourra disposer d'une quantité plus abondante de matériel comparatif. D'assez nombreux représentants de ce Rotifère avaient un liquide periviscéral teinté de couleur rose plus ou moins intense.

EXPLICATION DES FIGURES DANS LE TEXTE.

- Fig. 1. *Lecane brevis* (Murray). a) face dorsale, b) face ventrale.
 Fig. 2. *Monostyla furcata* (Murray). a) spécimen provenant de Polésie vu de la face ventrale, b) vu de la face dorsale, c) spécimen provenant des environs de Valence vu de la face dorsale.
 Fig. 3. *Wolga spinifera* (Western). Spécimen rétréci, vu de la face dorsale.
 Fig. 4. *Pedalia mira* (Hudson). a) appendice locomoteur ventral, b) appendice locomoteur dorsal.

STANISŁAW JAKUBISIAK

**PRZYCZYNEK DO FAUNY COPEPODA-HARPACTI-
COIDA POLESIA**

(*CONTRIBUTION A LA FAUNE DES COPÉPODES-HAR-
PACTICOÏDES DE LA POLÉSIE*).

Z okazji badań hydrobiologicznych na Polesiu, zorganizowanych w sierpniu 1929 r. przez Instytut im. Nenckiego, miałem sposobność zaznajomić się bliżej z fauną skorupiaków *Copepoda-Harpacticoida* tej części kraju, dotąd zupełnie nieznaną i niebadaną, zarówno na obszarze, należącym do Polski, jak również na terenach Polesia rosyjskiego. Poszukiwania moje objęły w pierwszym rzędzie bezpośrednie okolice Horodyszczka koło Pińska, z jeziorem i licznymi trzęsawiskami, następnie rzeki: Jasiołdę, Prypeć i Pinę, na przestrzeni mniej więcej 40 km, między Pińskiem, Horodyszczem a Kaczanowiczami, wreszcie dalsze nieco okolice, dorywczo zwiedzane i badane, jak jezioro Motolskie i jez. Pohost. Dzięki uprzejmości Dr. T. Wolskiego zaznajomiłem się również z materiałem, zebrany przezeń w sierpniu 1925 r. na Polesiu zachodnim z wielkich jezior, leżących w dorzeczu górnej Prypeci, na wschód od Włodawy.

Osiągnięty z wymienionego terenu materiał wykazał następujące formy:

1. *Attheyella crassa* (Sars) jez. Pulemieckie.
2. *Attheyella (Brehmiella) trispinosa* (Brady). Jez. Horodyskie, litoral Jasiołdy.
3. *Attheyella (Brehmiella) northumbrica trisetosa* (Schmeil).
Jak wyżej.

4. *Bryocamptus pygmaeus* (Sars). Trzęsawisko koło Horodyszczu.
5. *Bryocamptus minutus* (Claus). Jak wyżej.
6. *Moraria schmeili* (van Douve). Jak wyżej.
7. *Epactophanes richardi* (Mrazek). Jak wyżej.
8. *Viguiereella paludosa* Mrazek. Jak wyżej.
9. *Nitocra hibernica* Brady. Jez. Horodyskie, jez. Pulemieckie, Jasiołda, Pina.

Pomimo wstępnego, orientacyjnego raczej charakteru moich badań, spowodowanego krótkim, jednomiesięcznym zaledwie pobycem na Polesiu, uważam za wskazane zwrócić uwagę na ubóstwo fauny *Copepoda-Harpacticoida* tego obszaru, który sądząc po jego jakości, powinien był wykazać znacznie więcej form. Ubóstwo to wyraża się zarówno w skromnej liczbie gatunków, jak i w ilościowym występowaniu tychże. Z wyjątkiem *Viguiereella paludosa* i *Bryocamptus pygmaeus*, wszystkie pozostałe formy łowiłem w bardzo małych ilościach, pomimo skrupulatnych poszukiwań w biotopach zazwyczaj w *Harpacticoida* obfitujących, jak np. bogaty w roślinność litoral jezior i rzek, łąki podwodne moczarki kanadyjskiej, wilgotne kobierce mchów i t. d.

Nie sądzę, by pora roku (sierpień) wywarła decydujący wpływ na pojawy tych skorupiaków. Czynniki klimatyczne posiadają oczywiście duże znaczenie, trudno jednak przypuścić, by wpływ ich zaznaczał się na Polesiu silniej, niż np. w Polsce zachodniej gdzie w tym czasie połowy są zazwyczaj znacznie obfitsze jakościowo i ilościowo. Występowanie gatunków uzależnione jest jednak od całego kompleksu warunków życiowych i czynników biologicznych, bliżej nam na terenie Polesia nieznanymi, przedwczesnym byłoby zatem wypowiedzanie się o przyczynach ubóstwa jednego z jego elementów faunistycznych.

Większość wymienionych *Harpacticoida* stanowią gatunki pospolite, o szerokim zasięgu geograficznym. Do nich należą: *Attheyella crassa*, *Brehmiella trispinosa*, *B. northumbrica*, *Bryocamptus pygmaeus* i *Nitocra hibernica*, znane z całej Europy, północnej Afryki, Turkiestanu, a po części i z Ameryki Północnej (1). *Brehmiella northumbrica* występuje w odmianie *trisetosa* co potwierdzałoby mniemania Chappuis'a o wschodnim charakterze tej formy (2). Pozostałe gatunki znane są z nierównie mniej licznych stanowisk, jednak nie należy ich uważać za rzad-

kie. Uwaga ta dotyczy przede wszystkim gatunków *Viguerella paludosa* i *Epactophanes richardi*, form wybitnie mcholubnych, wyłącznie w tym środowisku występujących. Obie te formy znalazłem we mchu na trzęsawisku, przyczem pierwsza trafiła się w bardzo licznych okazach. Znaleźisko na Polesiu jest trzecim stanowiskiem w Polsce (3, 4) tych rzekomo „rzadkich“ form, znanych dotychczas z kilku miejscowości Europy oraz Stanów Zjednoczonych Ameryki Północnej (1). Nie ulega wątpliwości, że dalsze poszukiwania, w środowiskach ekologicznie ściśle zdeterminowanych, wykażą kosmopolityczny charakter obu wyżej wymienionych gatunków.

PRACE CYTOWANE W TEKŚCIE.

1. Chappuis P. A. Freilebende Süßwasser-Copepoden aus Nordamerika. Zool. Anz. Bd. 74. 1927.
 2. — Die Unterfamilie der Canthocamptinae. Arch. für Hydrobiologie. Bd. 20. 1929.
 3. Jakubisiak St. Sur les Harpacticidés observés en Pologne. Bull. Soc. Zool. France. 1929.
 4. — Materiały do fauny skorupiaków widłonogich (*Copepoda*) z rodziny Harpacticidae w Poznańskim i na Pomorzu. Spraw. Kom. Fizjogr. Polsk. Ak. Um. t. LXV.
 5. Minkiewicz S. Dalsze badania nad fauną Harpacticidae jezior wigierskich. Spraw. Stac. Hydrob. na Wigrach. 1923.
 6. Wolski T. Materiały do fauny wioślarek (*Cladocera*) Polesia, cz. I i II. Archiwum Hydrob. i Rybactwa, t. I, nr. 1—2 i t. II, nr. 3—4.
-

Résumé.

La Polésie, avec leurs célèbres Marais de Pińsk, ne paraît pas recéler une riche faune des *Copépodes-Harpacticoides*. Les recherches de l'auteur, effectuées pendant le mois d'août 1929 dans la zone littorale de différents lacs, des fleuves telles que Jasiołda, Prypeć, Pina et dans les marais de Horodyszczce ne révélèrent que 9 espèces (v. texte polonais). *Viguerella paludosa* et *Bryocamptus pygmaeus* représentent les formes les plus fréquentes dans les mousses des marais.

J. NEYMAN (Warszawa - Polonia) (1)

ON METHODS OF TESTING HYPOTHESES

The purpose of the present paper is to give an account of some work I have carried out partly in cooperation with Dr. E. S. PEARSON of University College, London.

The problem of the application of the theory of probability to testing hypotheses is, as is well known, a very old one. The first solution of the problem given in Bayes' Theorem has however been very seriously attacked since it needs for its application in practice a knowledge of the a priori probability law, which can only in quite exceptional cases be deduced from the conditions of the particular problem under consideration. Doubt has even been expressed whether problems exist at all in which the a priori law of probability is given.

If rarely met with, such problems do exist, as for example in connection with Mendelism, where we may be testing hypotheses regarding the genetic components of the parents of certain offsprings, when those of the grandparents are known.

In other cases when the a priori law is not given by the nature of the problem, the application of Bayes' Theorem generally needs some new assumptions, which in most practical cases, and particularly when dealing with small samples, will influence the result considerably, and being arbitrary, put the same into the danger of being useless.

Certain attempts have been made to show that under some conditions, when the number of trials is very large, the actual a priori probability law will not influence very much the final result of the application of the theorem (2).

I have succeeded in proving the following two theorems:

1°) Let Σ be a sample of N individuals falling into k groups with relative frequencies

$$q_1, q_2, \dots, q_k.$$

(1) Biometric Laboratory, Nencki Institute, Soc. Scient. ac Litt. Varsoviensis.

(2) K. PEARSON: *Biometrika*, vol. XIII and XVI. E. S. PEARSON: *Biometrika*, vol. XVII. Besides that several authors proved theorems under consideration, but did not publish them or the publications are not obtainable. Such are theorems of S. BERNSTEIN (published in lithographic edition of his lectures in Kharkoff in 1917), of E. BOREL (lectures at the Sorbonne, 1926) and of Miss A. MIKLAŠZEWSKA in Warsaw (not published).

This sample has been randomly drawn from some population π divided also into k groups in which the corresponding group proportions are

$$p_1, p_2, \dots, p_k.$$

The p 's are unknown and we assume that the a priori law of probability is a function $\varphi(p_1, p_2, \dots, p_k)$ which satisfies the two following conditions: at the point Σ , that is for $p_i = q_i$ ($i=1, 2, \dots, k$) the function φ is positive and at the same point it is continuous.

If these two conditions are satisfied, then

The a posteriori probability that the unknown numbers p_1, p_2, \dots, p_k satisfy the condition

$$\chi^2 = N \sum_{i=1}^k \left\{ \frac{(p_i - q_i)^2}{q_i} \right\} \leq \chi_0^2$$

where χ_0^2 is any given positive number, tends to

$$\int_0^{\chi_0} \chi^{k-3} e^{-\frac{1}{2}\chi^2} d\chi \bigg/ \int_0^{\infty} \chi^{k-3} e^{-\frac{1}{2}\chi^2} d\chi$$

when $N \rightarrow \infty$, the ratios q , being constant.

2°) Suppose that the groups into which sample and the population are classed correspond to different values x_1, x_2, \dots, x_k of a certain character of their individuals, and that \bar{x} and m are the mean values of this character in sample and population respectively. Further let s be the standard deviation in the sample and write $\sigma = s/\sqrt{N}$. If the a priori law of probability $\varphi(p_1, p_2, \dots, p_k)$ satisfies the same conditions as in theorem (1), then

The probability a posteriori that $a \leq m \leq b$, where $a < b$ are two arbitrary numbers, tends to

$$\frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \int_a^b e^{-\frac{(m-\bar{x})^2}{2\sigma^2}} dm$$

as $N \rightarrow \infty$, the ratios q , being constant.

This second theorem has of course been stated before (1), but the nature of the assumptions involved in reaching the limit has not perhaps been before fully examined.

It has been possible to show that there are discontinuous functions φ , for which the first theorem does not hold and also that, if that function is continuous, for the validity of the same theorem the condition $\varphi > 0$ is a necessary one. It seems probable that the condition of continuity at the point Σ cannot be weakened very much. Since in applications this condition means a practical constancy of a priori probability at any rate near the sample point Σ , we see that the necessity

(1) See for instance BOWLEY'S: *Elements of Statistics*, Part II, p. 416.

of arbitrary assumptions regarding the a priori law of probability is not removed even in the case, when the number of observations is very large, and that it is probably impossible for it to be removed.

In addition to that, in both cases, the order of approximation of the actual value of the a posteriori probability to its limit depends closely, for a given N , upon the variability of the function φ at the point Σ , and so, even if the assumption as to continuity were true, we can never be sure in practice whether the limiting value is a reasonable approximation to the probability itself.

Although the two theorems have a theoretical interest, they are of more doubtful value in practice and help to indicate the uncertainty that must always be associated with the method of inverse probabilities ⁽¹⁾.

After this method had been thrown into doubt there seems to have been accepted very generally a new principle for testing hypotheses, which can be formulated as follows ⁽²⁾.

If the observed event has a character, which from the point of view of the hypothesis considered is improbable, then the hypothesis itself is improbable.

Clearly not every character of the observed event is suitable for testing hypotheses and E. BOREL and P. LÉVY state that such characters should be from some point of view « remarquable ». They explain the meaning of this word in several examples, but have given no definition of it.

Our general considerations on these points and some applications have been published in the last volume of *Biometrika* (XX-A) ⁽³⁾.

The principle which is used in testing hypotheses must, to be useful, follow our intuition, and intuitively we are inclined some times to accept a hypothesis explaining the event even if the probability of the event happening if the hypothesis were true is very small, provided there is no alternative hypothesis according to which the chance of the event is greater. On the other hand we are unwilling to accept an hypothesis when others exist which, if they were

(1) Since the time when the above results were presented to the International Mathematical Congress at Bologna, they have been considerably extended and are already published. See: J. NEYMAN: *Contribution to the Theory of Certain Test Criteria*, Bulletin de l'Institut International de Statistique, t. XXIV, 2^e Livraison, pp. 44-87. With regard to the theorem under 1^o) I must apologize that I overlooked it in the paper by R. v. MISES in the *Mathematische Zeitschrift*, 1919. Unfortunately nobody present during my reading the paper in Bologna noticed that the theorem was not new and its authorship has been wrongly attributed.

(2) E. BOREL: *Le Hasard*, Paris, 1920. — P. LÉVY: *Calcul des Probabilités*, Paris, 1925. Pp. 91 and ff.

(3) J. NEYMAN and E. S. PEARSON: *On the Use and Interpretation of Certain Test Criteria for Purposes of Statistical Inference*. Part I. *Biometrika*, Vol. XX-A, pp. 175-240.

true, would give rise to the event perhaps a thousand times more often. It has therefore seemed to us that it is impossible to test a hypothesis without taking into account alternative ones and we have sought for some test criterion based on this principle.

This has led us to make use of the idea of likelihood, introduced by Dr. R. A. FISHER.

His considerations have been mainly concerned with estimation of the most probable population from a knowledge of the sample; we have tried to apply the idea to the question of testing hypotheses.

It will be observed that the errors arising in testing hypotheses are of two different kinds, 1°) we sometimes reject a hypothesis when it is true, and 2°) we sometimes accept a false hypothesis. Now it is easy to give rules which will reduce the probability of committing an error of the first kind to any given level as low as desired, but the control of errors of the second kind is much more difficult. What it seems possible to do, is to avoid the acceptance of hypotheses with small likelihoods, where this term is used in a sense, which will now be defined.

We distinguish between simple and composite hypotheses. A hypothesis is simple if it be sufficient to determine completely the probability of the observed event. A hypothesis is composite if this be not the case, but additional assumptions be necessary to determine the probability of the event. As these assumptions are arbitrary, we see that what we call a composite hypothesis is really a set of single ones. This may be illustrated as follows. If the hypothesis consists for example in the assumption, that the mean and the standard deviation of a normally distributed population have given values, say a and σ , — this is a simple hypothesis. If however one of these constants is not specified —, the hypothesis is composite. The hypothesis that a population is normally distributed is also a composite one.

Let Ω be the set of all admissible simple hypotheses about the sampled population π and let Σ be a random sample of π . Further let H denote a simple hypothesis and $P(H)$ the probability of Σ which follows from H , while $P(\max)$ is the upper bound of numbers $P(H)$.

We then call likelihood of the hypothesis H the ratio

$$\lambda(H) = P(H)/P(\max).$$

If we consider a composite hypothesis \bar{H} , it will be associated with a subset ω of Ω . Let $P(\bar{H})$ denote the upper bound of probabilities $P(H)$ corresponding to simple hypotheses included in ω . The likelihood of the composite hypothesis \bar{H} we then define as

$$\lambda(\bar{H}) = P(\bar{H})/P(\max).$$

Where, as is generally the case, it is impossible to express in exact terms the

relative a priori probabilities of the different populations making up Ω and ω , we are inclined to think that these two ratios provide us with a kind of numerical measure which it is rational to use in forming a judgment.

We now consider the method to be employed in controlling the two sources of errors involved in testing hypotheses. Let H be a simple hypothesis concerning the sampled population π and let x_1, x_2, \dots, x_k be the numbers which specify the sample Σ . If the observations are not grouped, these numbers will represent the variate values in a sample of k individuals, if grouped, then the proportions of individuals falling into k groups. In either case we may consider the x 's as coordinates of a point Σ in a k -dimensioned space Q . The hypothesis H connects with every such point, or small element of volume surrounding such point, a number $P(H, \Sigma)$ representing the chance of drawing the sample Σ in the case when the hypothesis H were true. The sum of the numbers $P(H, \Sigma)$ (or their integral) taken over the whole space Q by fixed H , is clearly equal to unity. Now let ε be an arbitrarily small positive number, and let W be any region whatever in the space Q but such, that the sum of $P(H, \Sigma)$ corresponding to points inside W is equal to $\varepsilon_1 < \varepsilon$.

If now we adopt the rule of rejecting the hypothesis H every time we have the sample Σ lying within the region W , we can be sure that we shall make the error of the first kind (that is to say reject a true hypothesis) in an average proportion of cases ε_1 out of the number of times in which we are dealing with a true hypothesis.

This will be true whatever be the region W . To control the second kind of errors we propose to reject the hypothesis H only when the likelihood $\lambda(H)$ is very small. That is to say we chose for the region W that bounded by a hypersurface on which $\lambda(H)$ is constant. Each of these hypersurfaces will be associated with a different value of ε_1 and the practical method of testing a hypothesis consists in finding out the value of ε_1 corresponding to the hypersurface of constant $\lambda(H)$ passing through the sample point Σ . The smaller be $\lambda(H)$ and therefore ε_1 , the more inclined we are to reject the hypothesis. As $\lambda(H)$ may be considered as a character of the sample (but of the hypothesis H and of their set Ω also) and as ε_1 is the probability of drawing a sample with as or less probable value of $\lambda(H)$ than that observed, we re-find here the principle of E. BOREL with the only modification, that the notion of a « remarquable » character is now defined. Such a « remarquable » character will be $\lambda(H)$ itself, but sometimes it is preferable to calculate some function of it.

In a paper referred to we have applied these principles to testing hypotheses concerning various distributions of the sampled population.

When we pass to testing composite hypotheses there are certain complications. The region W which we will now denote \overline{W} will be bounded by the hypersurface on which $\lambda(\overline{H})$ is constant. If the simple hypothesis H included

in the set ω corresponding to the composite hypothesis \bar{H} can be specified by ascribing definite values to certain parameters, say a_1, a_2, \dots, a_c , which may vary continuously, then the new region \bar{W} will be limited by the envelope of the hyper-surfaces of constant likelihood corresponding to the simple hypotheses included in ω . Fix a certain hypothesis of that set, and let $P(H, \Sigma)$ be the probability of drawing a given sample Σ , following from that hypothesis. If now we sum $P(H, \Sigma)$ over all sample points inside \bar{W} , we shall get $SP(H, \Sigma)$, the chance of rejecting a true hypothesis in cases when that true hypothesis is H . An important case arises when $SP(H, \Sigma)$ does not depend upon the particular hypothesis H , chosen from the set ω corresponding to \bar{H} . In such cases $SP(H, \Sigma)$ is the probability of rejecting a true hypothesis *whatever be true the hypothesis out of the set* ω . In other words, if the sampled population π conforms to one or other of the simple hypotheses constituting the composite one \bar{H} , the chance that it will be rejected by using the proposed test is equal to $SP(H, \Sigma)$. If this expression however depends upon H , we cannot calculate the probability of rejecting a true hypothesis, although taking its upper bound, if this can be effectively found, we shall calculate a limite which it cannot exceed. In the cases we have considered, either $SP(H, \Sigma)$ has been found independent of H , or we could not solve the question whether it is dependent or not.

It is worth noticing that in the case when the composite hypothesis \bar{H} consists in the assumption that the normal population from which a sample has been drawn has its mean equal to a given value, the standard deviation being unspecified, the method of testing which follows from our principles is identical with that of « STUDENT » (1).

In the case when the sampled population is grouped and a simple hypothesis consists in ascribing definite values to group proportions p_i ($i=1, 2, \dots, n$) in the population, the surfaces of constant likelihood correspond approximately to the equation

$$\chi^2 = N \sum_{i=1}^n \frac{(p_i - q_i)^2}{p_i} = \text{constant}$$

where q_i 's are the group proportions in the sample. We reach here from another point of view the well known (P, χ^2) test of Prof. KARL PEARSON.

If on the other hand we have a composite hypothesis which assumes that the group probabilities p 's are given functions of c independent parameters a_1, a_2, \dots, a_c the surfaces of constant likelihood are approximately those of constant minimum χ^2 , and it is possible to show that under certain conditions

$$SP(H, \Sigma) \xrightarrow{N \rightarrow \infty} \text{const.} \times \int_{z_1}^{+\infty} \chi^{k-c-2} e^{-\frac{1}{2} \chi^2} d\chi$$

(1) « STUDENT », Biometrika, Vol. VII, p. 175-189. <http://ictp.org.pl>

where k means the number of groups in sample, N the size of the sample and χ_1 the value found by minimising the above expression of χ with regard to the variable parameters a_1, a_2, \dots, a_c .

An equivalent result has been given by Dr. R. A. FISHER ⁽¹⁾, but we have followed up a somewhat different method of proof by a more detailed examination of the nature of the limiting conditions and the limiting integral ⁽²⁾.

This general result has frequent applications in statistical practice.

⁽¹⁾ Jour. Roy. Stat. Soc., vol. 87.

⁽²⁾ J. NEYMAN and E. S. PEARSON: *On the Use and Interpretation of certain Test Criteria for Purposes of Statistical Inference*. Part II. *Biometrika*, Vol. XX-A, pp. 263-294.