

TOWARZYSTWO NAUKOWE WARSZAWSKIE.  
SOCIÉTÉ DES SCIENCES ET DES LETTRES DE VARSOVIE.

# Prace Instytutu im. Nenckiego.

## Travaux de l'Institut Nencki.

- № 54. G. SZWEJKOWSKA. Z badań fizjologicznych nad dojrzewaniem jej *Ascaris*.  
*Recherches sur la physiologie de la maturation de l'oeuf d'Ascaris* . . . . . (1—42)
- № 55. R. MINKIEWICZ. Doświadczenie wzrokowe płazów. I. Wstęp ogólny.  
*L'expérience optique des Batraciens. I. Introduction générale* (1—19)
- № 56. S. BIEDERMAN. Zmysł i pamięć kształtów przedmiotu u żab. Odwracanie nabożu z wygaszaniem i bez wygaszania. (Doświadczenie wzrokowe płazów. Część II).  
*Le sens et la mémoire des formes d'un objet chez les Anoures. L'inversion de l'habitude après ou sans amortissement. (Expérience optique des Batraciens. II-me mémoire).* . . . (1—31)



Z zasiłku Wydziału Nauki  
Ministerstwa Wyznań Religijnych i Oświecenia Publicznego.

WARSZAWA

DRUK. I LIT. p. f. „JAN COTTY”, W WARSZAWIE, KAPUCYŃSKA 7.

1927.



OSTATNIE WYDAWNICTWA INSTYTUTU.  
LES DERNIÈRES PUBLICATIONS DE L'INSTITUT.

№ №	Str.
29. K. Demel. Ugrupowanie etologiczne makrofauny w strefie litoralnej jeziora Wigierskiego. (Tabl. 1—IV). <i>Le groupement éthologique de la macrofaune dans la région littorale du lac Wigry (Pologne)</i> . . . . .	(1—50)
30. T. Vieweger. O wytwarzaniu zapasów bezazotowych podczas przyswajania białka u zwierząt zmiennocieplnych. <i>Sur la production des réserves non-azotées pendant l'assimilation des protéines chez les animaux poikilothermes.</i>	
31. J. Dembowski. Studja eksperymentalno-biologiczne nad larwą chróścika <i>Molanna angustata</i> Curtis. (Tabl. 1) <i>Experimentell-biologische Studien über die Larve der Köcherfliege Molanna</i> . . . . .	(1—42)
32. M. Bogucki. Rola krwi w dzieworództwie traumatycznym. <i>Le rôle du sang dans la parthénogénèse traumatique.</i>	(1—10)
33. W. S. Dembowska. Studja nad regeneracją <i>Stylonychia mytilus</i> . I Aparat rzęskowy (z 11 rys. w tekście) <i>Études sur la régénération du Stylonychia mytilus. Part 1. Appareil ciliaire</i> (11 fig.) . . . . .	(1—31)
34. Z. Malkiewicz. O chłonięciu niektórych soli nieorganicznych w jelicie cienkim. <i>Sur l'absorption de certains électrolytes dans l'intestin grêle</i> . . . . .	(1—20)
35. J. Arager. Badania nad regulacją zniekształceń sztucznych w rozwoju żaby zielonej ( <i>Rana esculenta</i> L.) (z 2 tab.). <i>Untersuchungen über die Regulation künstlicher Entstellungen in der Entwicklung von Rana esculenta L.</i> (mit 2 Taf.) . . . . .	(1—36)
36. W. Rawlita-Witanowski. Studja nad choliną, hormonem jelit, i związkami pokrewnymi (z 2 tablicami). <i>Die Beziehungen zwischen Wirkung und Konstitution der acylierten Aminoalkohole. Ein Beitrag zur Wirkungsmechanismus des Hormons der Darmbewegung</i> (mit 2 Taf.) . . . . .	(1—16)
37. E. Eisenberg. Działanie wodniczka tętniącego u wymoczków ( <i>Paramaecium caudatum</i> Stein). Przyczynki do badań nad przepuszczalnością komórki. <i>Sur le fonctionnement de la vésicule pulsatile chez les infusoires (Paramaecium caudatum Stein). Contribution aux recherches sur la perméabilité de la membrane cellulaire.</i>	(1—30)
38. T. Vieweger. Wpływ temperatury na przyswajanie białka u zwierząt zmiennocieplnych. <i>Influence de la température sur l'assimilation des protéines chez les animaux poikilothermes</i> . . . . .	(1—7)
39. M. Pilewiczówna. Przyczynek do badań nad wymianą gazową u owadów w stanie głodu i odżywiania. <i>Influence du jeûne et de l'alimentation sur le métabolisme respiratoire des insectes</i> . . . . .	(1—30)
40. J. Dembowski. Badania doświadczalne nad zachowaniem się kraba <i>Dromia vulgaris</i> M. Edw. I. Reakcja uwalniania się z pętli. <i>Experimentelle Untersuchungen über das Verhalten von Dromia vulgaris M. Edw. I. Das Abstreifen der Schlinge</i> . . . . .	(1—23)

PRACE INSTYTUTU im. NENCKIEGO  
TRAVAUX DE L'INSTITUT NENCKI

Tom IV, zes. 1.

Z Zakładu Fizjologii.

G. SZWEJKOWSKA.

Z badań fizjologicznych nad dojrzewaniem jaj *Ascaris*  
*Recherches sur la physiologie de la maturation*  
*de l'oeuf d'Ascaris.*

Rzecz zgłoszona dn. 6. XII. 1926.

L'objet de ce travail est l'étude des phénomènes qui ont lieu pendant la maturation des oeufs de *Ascaris megalocephala*. Vu les différences d'opinion sur l'anoxybiose de cet animal, j'ai étudié non seulement le métabolisme de la maturation, mais aussi l'influence des milieux gazeux sur son cours. Il s'agissait en outre d'éclaircir le rapport entre les changements de la pression osmotique et la diminution du volume de la cellule ovulaire pendant la période de maturation.

Fauré-Fremiet dans sa monographie, étudie le cycle entier du développement. Nos expériences se rapportent exclusivement à la période de maturation et notamment à ses trois phases: 1-o l'oocyte ou la cellule ovulaire après la fécondation, quand la membrane cellulaire est à peine visible; 2-o l'oeuf après l'élimination du premier globule polaire; 3-o l'oeuf après l'élimination du second globule polaire.

En mesurant l'oeuf dans les différentes phases de sa maturation, j'ai constaté, que l'oeuf entier conserve sa dimension (tab. I); par contre la dimension de la cellule ovulaire diminue considérablement. Après l'élimination du premier globule polaire



elle ne comporte plus que 48%, après l'élimination du second que 20% du volume de l'oocyte.

En essayant de déterminer la pression osmotique par la méthode volumétrique (Przyłęcki '21), j'ai constaté que la membrane de l'oeuf non fécondé, ne possède qu'une très faible élasticité (augmentation de volume à peine de quelques pourcents, dans les solutions hypotonique, tab. II). L'enveloppe chitineuse, même d'une minime épaisseur, ne se laisse nullement influencer par les liquides hyper-ou hypotoniques (tab. III).

Ne pouvant mesurer la pression osmotique par la méthode volumétrique, j'ai adopté la méthode plasmolytique. Les résultats de ces expériences, exprimés par l'abaissement du point de congélation des liquides plasmolysants, démontrent une légère augmentation de la pression osmotique pendant la maturation. Pour l'oocyte  $\Delta = 0.599^{\circ}$ , pour l'oeuf après la fécondation  $\Delta$  comporte  $0.629^{\circ}$  et après l'élimination du premier globule polaire —  $0.636^{\circ}$  (tab. IV). Dès la formation de la membrane lipoïdique, les enveloppes de l'oeuf deviennent tout à fait imperméables, tant pour l'eau, que pour les sels minéraux. Ces faits, comparés au résultats obtenus pour les oeufs à enveloppes perméables, sont tout à fait caractéristiques pour *Ascaris*. D'après les recherches de Backman et Runnström ('12) et de Białaśzewicz ('12), la fécondation provoque chez les oeufs des vertébrés un abaissement considérable de la pression osmotique. Les travaux de Przyłęcki ('17) démontrent que chez les *Amphibies* et chez *Daphnia* le seul contact avec l'eau suffit pour provoquer un abaissement de pression.

La composition minérale du liquide coelomatique se rapproche de celle du sérum des animaux vertébrés: 100 cm<sup>3</sup> de ce liquide contiennent en moyenne: 255.9 mg de sodium, 46.7 mg de potassium, 6.3 mg de calcium, 13.6 mg de phosphore (tab. V, VI).

J'ai observé l'influence du milieu gazeux sur la maturation dans l'atmosphère d'hydrogène, d'oxygène et d'air. Des morceaux de l'oviductes, contenant les oeufs dans un stade donné, plongés dans un liquide physiologique, furent placés dans un récipient (fig. 1) rempli du gaz voulu. Après trois jours d'expérimentation (temp. 37°) je pus constater que la maturation avançait tout autant en présence de l'oxygène qu'en son absence. Partout, indépendamment du stade de maturation des oeufs au début de



L'expérience, j'ai pu constater l'accroissement de l'épaisseur de l'enveloppe chitineuse, et aussi l'élimination des deux globules polaires, la formation de la membrane interne et du perivitellin, dont l'apparition est liée à la diminution définitive de la cellule ovulaire (tab. VII, VIII et IX)

Tous ces changements ont lieu en présence ou en absence de l'oxygène, c'est à dire que la pression partielle de l'oxygène durant ces processus n'est pas un facteur influençant d'une manière quelconque la direction ou le caractère des changements. Il en résulte, que l'oeuf en maturation de *Ascaris* est un anoxybionte facultatif. Ce n'est qu'à l'état de maturité complète, qu'il devient un organisme obligatoirement oxybiotique, comme l'ont prouvé de nombreuses recherches (Bataillon '10, Fauré-Fremiet '13, Zavadovsky '16). Mes expériences concernant le développement de l'oeuf, exécutées dans une goutte pendante, placée dans une chambre humide (fig. 1), ne sont que la confirmation des résultats de ces auteurs (tab. X).

Quand aux changements chimiques quantitatifs, il faut appuyer sur le fait, qu'ils se produisent en premier lieu au dépens des hydrates de carbone, et à un moindre degré au dépens des graisses. Pour l'analyse du glycogène, j'ai employé (après avoir broyé les oeufs) la méthode de Pflüger modifiée par Przyłęcki ('18). Le sucre fut dosé par la microméthode de Michaelis. La teneur en glycogène se rapporte à 1 cm<sup>3</sup> d'oeufs centrifugés.

La teneur en glycogène diminue graduellement au fur et à mesure de la maturation (tab. XI). La quantité de glycogène dans l'oocyte est de 48.46 mg, tandis qu'après l'élimination du premier globule polaire elle n'atteint plus que 48% de la valeur primitive. Des 52% de glycogène disparu pendant cette période, nous retrouvons 47% dans la glucosamine de l'enveloppe chitineuse (tab. XII), 53% sont décomposés. Après la première réduction chromatique la désassimilation continue, et après la seconde réduction nous ne retrouvons plus que 16% du glycogène contenu dans l'oocyte (tab. XI).

Comme la maturation des oeufs d'*Ascaris* est anoxybiotique, on pourrait supposer que le glycogène se transforme en graisses. Les résultats quantitatifs que j'ai obtenus touchant les substances grasses contenues dans l'oeuf, ne permettent pas une

telle assertion. J'ai dosé les acides volatils en les distillant à la vapeur d'eau et les acides non volatils du résidu de la distillation par la méthode de Kumagawa-Suto. La quantité totale des acides gras dans l'oeuf mur, par rapport à leur teneur dans l'oeuf fraîchement fécondé comporte 72%. Il en résulte, que le glycogène et les graisses sont des substances de réserve de l'oeuf, désassimilées simultanément au cours de sa maturation.

La maturation anoxybiotique des oeufs d'*Ascaris* n'est pas un fait isolé dans le monde animal. Les recherches sur les Amphibies (Godlewski '00, Parnas et Krasińska '21) ont démontré, que les premiers stades du développement de ces animaux peuvent se produire dans un milieu dépourvu d'oxygène et qu'en présence de ce gaz, comme l'ont démontré Białaszewicz et Błędoski ('15), ils n'en usent qu'une petite quantité.

Nous aurions donc à faire, tant dans le cas d'*Ascaris* que dans le cas des *Amphibies* à la transformation d'un organisme facultativement anoxybiotique, en un organisme obligatoirement oxybiotique. Ce revirement se produit chez *Ascaris* au moment de l'élimination du second globule polaire.

\* \* \*

Zagadnienie przemiany materji u *Ascaris* poraz pierwszy znajdujemy w pracach Bungego ('84—'90), gdzie autor stwierdza, że w warunkach beztlenowych produktem rozpadu jest  $CO_2$  i lotne kwasy tłuszczowe, których jednak autor ten nie oznaczał z braku materiału, to też główną jego zasługą było stwierdzenie, że *Ascaris* może żyć w ciągu kilku dni poza gospodarzem bez dopływu tlenu. Stąd datuje się pogląd na anoksybiozę tych zwierząt, choć, jak podaje Bunge ('84), dopływ tlenu przedłuża znacznie życie pasorzytów.

Po Bunge m badania w tym kierunku podejmuje Weinland i w 1901 roku ogłasza pracę o beztlenowej przemianie materji u *Ascaris lumbricoides* L., pracę, która stała się klasyczną. Z doświadczeń, prowadzonych przez Weinlanda w celu utrzymania *Ascaris* przy życiu, wynika, że zwierzęta nieco dłużej trzymają się w atmosferze wodoru, bo 4 — 6 dni, gdy w tlenie giną po 3 — 5 dniach. Zdolność przeżywania w środowisku beztlenowym dowodzi anoksybiozy zwierzęcia (przynajmniej anoksybiozy względnej), to też badania Weinlanda dotyczą me-



tabolizmu w warunkach beztlenowych. Doświadczenia swoje przeprowadza autor nad zwierzęciem w stanie głodu, oznaczając przed i po głodzeniu glikogen, tłuszcze i azot; produktami rozpadu są  $CO_2$  i kwas walerjanowy, znalezione w płynie otaczającym. Zestawiając wyniki doświadczeń, Weinland stwierdza, że ilość substancyj, które zniknęły w czasie głodzenia, jest równa ilości znalezionych produktów rozpadu; a ponieważ okazało się z oznaczeń, że ani tłuszcze, ani substancje białkowe nie biorą udziału w przemianie, wypływa stąd wniosek, że jedynie węglowodany, a właściwie glikogen jest tym materiałem, który ulega rozpadowi. Rozpad ten przedstawia Weinland w postaci równania chemicznego ( $4 C_6H_{12}O_6 = 9 CO_2 + 3 C_3H_{10}O_2 + 9 H_2$ ) i zestawiając je z równaniem, przyjętem dla spalań cukru, stwierdza, że proces ten należy umieścić w szeregu procesów fermentacyjnych, analogicznych do tych, jakie wywołują bakterje lub drożdże. Jest to poraz pierwszy stwierdzona fermentacja zwierzęca.

Po Weinlandzie Kemnitz ('12) i Fauré-Fremiet ('13) zajmowali się tą kwestją. Praca Kemnitza zawiera dane, dotyczące występowania glikogenu i tłuszczów w poszczególnych tkankach, osiągnięte jakościową metodą mikrochemiczną, bez bliższego uwzględnienia stosunków ilościowych między temi składnikami.

Badania Fauré-Fremiet odnoszą się wyłącznie do komórek rozrodczych zwierzęcia, rzucając sporo światła na stosunki ilościowe niektórych składników w okresie kształtowania się jaja.

Co się tyczy charakteru przemian, to obaj autorowie przyjmują za Weinlandem, że są one anoksybiotyczne.

Dopiero praca Slatera ('25) rzuca nowe światło na tę sprawę. Autor ten, wychodząc z założenia, że utlenienie części kwasu mlekowego, produkowanego w czasie skurczu mięśnia, i zamiana reszty tego kwasu na glikogen jest podstawą metabolizmu mięśniowego, uważa, że istnienie organizmu, który do swych przemian nie wymagałby tlenu, a jednocześnie wykazywał normalne skurcze mięśni, byłoby możliwe tylko wówczas, gdyby cały kwas mlekowy był usuwany nazewnątrz organizmu; lecz wtedy proces ten byłby zbyt kosztowny, gdyż wyzwalałby zaledwie dziesiątą część energii, zawartej w glikogenie. Praca Slatera

miała na celu sprawdzenie ścisłości wyników Weinlanda, dotyczących anaerobiozy *Ascaris*, a wrazie pozytywnego wyniku — zbadanie natury procesów chemicznych, odbywających się w czasie skurczu mięśniowego. Pierwsze doświadczenie Slatera było postawione, jak u Bunge i Weinlanda, ze stałym przepływem strumienia wodoru i potwierdziło w zupełności wyniki, otrzymane przez obu wymienionych autorów. Pozostało jeszcze do rozstrzygnięcia, czy długość życia *Ascaris* będzie taka sama w wodorze jak w tlenie, jeżeli zwierzęta zostaną zmuszone do wykonywania ruchów pod wpływem podniety.

Z odpowiednio postawionych doświadczeń autor wysnuwa wniosek, że robaki są niezdolne do stałych ruchów ciała w nieobecności tlenu i że tylko przy zredukowaniu skurczów do minimum zwierzęta są w możności utrzymania się przy życiu przez czas dłuższy w atmosferze gazów obojętnych.

Znalezione w płynie otaczającym kwasy niższe i  $CO_2$  Weinland uważa za produkty metabolizmu zwierzęcego, podczas gdy Slater przypisuje ich powstanie działaniu bakteryj. Wprawdzie Weinland, aby odeprzeć nasuwający się zarzut, że kwas walerjanowy jest produkowany przez bakterje, znajdujące się w jelicie gospodarza, poddaje sterylizacji ciecz wyciśniętą z robaków i dodając ją do roztworu glukozy i glikogenu, otrzymuje duże ilości uchodzącego  $CO_2$ , w roztworze zaś znajduje kwas walerjanowy. Slater jednak przypuszcza, że jest to wynikiem niedokładnej sterylizacji, gdyż praca Fischera ('24) daje rezultaty wprost przeciwne: autor ten, badając płyn, w którym przebywały *Ascaris megalcephala*, oznacza całkowitą jego kwasowość oraz stwierdza, że kwas mlekowy stanowi 10% ogólnej kwasowości; gdy jednak miazgę z pokrajanych robaków po wyjałowieniu poddaje autolizie, znajduje już tylko kwas mlekowy i fosforowy.

Ponieważ nie można stworzyć aseptycznych warunków, w których *Ascaris* dałyby się utrzymać przy życiu, więc Slater przygotowuje kulturę bakteryj, zdjętych ze zwierzęcia, zaszczerpia je na pożywece, składającej się z roztworu  $NaCl$ , peptonu i glukozy i po 2 dniach przebywania w temperaturze  $37^{\circ}$  stwierdza charakterystyczny nieprzyjemny zapach, a po przedestylowaniu próbki roztworu otrzymuje niższe kwasy tłuszczowe.



Z przytoczonych powyżej doświadczeń wyciąga Slater wniosek, że *Ascaris* zdolne są do utrzymania się przy życiu jedynie w tym przypadku, gdy nastąpi zredukowanie do minimum ich ruchów i że dla normalnej przemiany wymagają one tlenu. „Weinland's observations — pisze Slater — are confirmed, but he was misled by this faculty of „suppressed animation“ into attributing to the worms an anaerobic mechanism.“ Według tego autora metabolizm robaków nie odbiega od norm, ustalonych dla ustrojów oksybiotycznych, a obecność lotnych kwasów tłuszczowych w środowisku jest skutkiem działania bakteryj.

Według Slatera *Ascaris* może czerpać tlen, potrzebny dla zachodzących w jej ciele przemian, z układu krwionośnego gospodarza; co się tyczy węglowodanów, to autor przypuszcza, że są one wydalone przez zwierzę do roztworu, gdzie podlegają działaniu bakteryj.

Po rozpatrzeniu najważniejszych wyników, dotyczących anoksybiozy *Ascaris*, widzimy, że zagadnienie to od czasu ukazania się pracy Slatera stoi pod znakiem zapytania.

Zadaniem niniejszej pracy będzie próba rozstrzygnięcia zagadnienia, dotyczącego przemiany materji w jajach *Ascaris* w czasie jego dojrzwiania, t. j. od wniknięcia plemnika do wydzielenia drugiego ciała kierunkowego. Praca moja, nie wchodząc więc specjalnie w zagadnienie anoksybiozy zwierzęcia, lecz rozpatrując jedynie zjawiska w dojrzewającym jajach, rzuci, być może, nieco światła i na ogólny charakter tych przemian.

Badania, dotyczące fizjologii dojrzwiania jaj *Ascaris*, są bardzo skąpe: posiadamy wyniki, osiągnięte głównie przy pomocy metod mikrochemicznych (ilościowo był oznaczany glikogen przez Fauré-Fremiet '13), zaś warunków gazowych zupełnie nie uwzględniano, lecz, opierając się na badaniach poprzedników, głównie na pracy Weinlanda, podkreślano przy każdej sposobności anoksybiozę tych przemian, lecz bliżej ich nie rozpatrywano. W poszukiwaniach niniejszych sprawa ta została uwzględniona i przytem podana próba interpretacji metabolizmu dojrzewającego jaja z punktu widzenia anaerobiozy tych zjawisk.

Najważniejszym momentem pracy będzie stwierdzenie, w jakich warunkach gazowych odbywa się dojrzwianie jaja, oraz zbadanie przemian chemicznych w związku z tem zachodzących.

## 1. Materiał i metodyka.

Do doświadczeń służyły osobniki *Ascaris megalcephala* Cloq., pochodzące z warszawskiej rzeźni miejskiej. Zwierzęta przechowywano po wyjęciu z jelita w 1% roztworze  $NaCl$  w temp. 37°. W powyższych warunkach zwierzę żyło 2–4 dni. Materiał do doświadczeń (jaja) zbierałam zwykle pierwszego lub drugiego dnia, rzadziej trzeciego od chwili wyjęcia pasorzytów z gospodarza. We wszystkich swoich doświadczeniach uwzględniałam z całego okresu dojrzewania trzy następujące stadia: 1-o jajko w momencie zapłodnienia, 2-o po wydzieleniu pierwszego ciała kierunkowego i wytworzeniu błony chitynowej, 3-o po wydzieleniu drugiego ciała kierunkowego i wytworzeniu błony lipoidalnej. Metodykę poszczególnych doświadczeń omówię kolejno według rozdziałów.

### A. Pomiary objętości jaja.

Pomiary robione były w izotonicznym roztworze  $NaCl$  przy pomocy śrubowego okularu mikrometrycznego (Mikroskop Zeissa, obj. 5, tub. 180). Wobec tego, że kształt jajka zbliżony jest do elipsoidy obrotowej, mierzyłam długość dwu najbardziej różniących się prostopadłych do siebie osi. Zwykle brałam do pomiarów po 10 jaj z każdego stadium, pochodzących od jednej samicy. Ponieważ wahania indywidualne wielkości jaj były nieduże, do obliczania objętości wyciągałam średnią 10 pomiarów i stosowałam wzór na elipsoidę obrotową ( $\frac{4}{3} \pi a^2 b$ ). Liczby, ilustrujące te pomiary, wyrażone są w  $mm^3$ .

### B. Pomiary ciśnienia osmotycznego.

W celu stwierdzenia, jak pod tym względem zachowuje się jajko *Ascaris* w okresie dojrzewania, badałam jego ciśnienie przed i po zapłodnieniu, stosując metody: objętościową i plazmolityczną. Pomiary robione były w kilku następujących stadiach dojrzewania: 1-o w stadium jajka niezapłodnionego (oocyt), 2-o wkrótce po zapłodnieniu, gdy błona chitynowa jest bardzo cienka, 3-o po wydzieleniu pierwszego ciała kierunkowego, t. j. po osiągnięciu największej grubości błony chitynowej, wreszcie 4-o po wydzieleniu drugiego ciała kierunkowego. Jajka w określonym stadium przenosiłam z jajowodów możliwie szybko do cieczy coelomatycznej, a stąd na szkiełko przedmiotowe, opatrzone wgłębieniem, do którego wrzucałam trochę waty szklanej. Po wykonaniu pierwszego pomiaru w surowicy wprowadzałam pod szkiełko przykrywkowe roztwór  $NaCl$  określonego stężenia. Po dokładnym opłukaniu jajka i usunięciu surowicy, robiony był drugi pomiar, poczem, postępując w podobny sposób, dokonywałam kolejno pomiarów w roztworach o różnych stężeniach, starając się przytem, aby jajko przebywało w każdym z nich jednakowo długo (zwykle kilkanaście minut).



Na podstawie kilku próbnych pomiarów stwierdziłam, że błona oocytu jest elastyczna w niewielkim tylko stopniu, co zaś do otoczki chitynowej, to nawet w przypadku nieznacznej grubości robiła wrażenie zupełnie sztywnej. Postanowiłam to wyjaśnić na większej liczbie jaj, pochodzących od kilku samic. Wyniki w ten sposób osiągnięte dałyby mi podstawę do stosowania względnie odrzucenia metody objętościowej Tabela II zawiera dane dwu serji pomiarów: w pierwszej serji pomiar początkowy robiono w hipertonicznym 2% roztworze *NaCl*, w drugiej — w surowicy. Każde jajko przeprowadzano przez roztwory o zmniejszającym się stężeniu.

Z zestawień liczbowych tabeli II wynika, że błona oocytu rzeczywiście jest tylko nieznacznie elastyczna, gdyż przyrost objętości w roztworach o mniejszym stężeniu jest bardzo niewielki, nie przekracza on bowiem, średnio biorąc, 6,3% objętości jaja umieszczonego w wodzie w odniesieniu do jego objętości w 2% *NaCl*. Jeżeli wziąć pod uwagę drugą serję (tab. II), to okazuje się, że zmiany objętości nie zachowują tej kierunku, jaką wykazuje serja pierwsza: przeciwnie — przenosząc jajko do roztworów hipotonicznych, stwierdzamy naprzemian to przyrost, to zmniejszanie się objętości.

Zestawiając wyniki pomiarów, doszłam do przekonania, że błona oocytu zbyt małą ujawnia elastyczność, by można było stosować metodę objętościową, a ponieważ jest ona, jak się okazało, przepuszczalna zarówno dla soli jak i dla wody (w roztworach hipertonicznych występuje plazmoliza), stosowałam metodę plazmolityczną tak dla jaj niezaplodnionych, jak i dla takich, które już wytworzyły otoczkę chitynową (Tab. III). Pomiary plazmolityczne wykonywałam w zwykły sposób, używając roztworów *NaCl* o stężeniach, różniących się między sobą o 1%, 0·5%, 0·25%. Przygotowywałam kilka (zwykle 5) roztworów o różnym stężeniu, napełniałam nimi miseczki szklane i wrzucałam do każdej po kilkadziesiąt jaj tego samego stadjum. Miseczki nakrywałam i po upływie 15'—30' ustalałam roztwór izotoniczny, oznaczając następnie obniżenie jego punktu zamarzania (Tab. IV).

### C. Analiza składników mineralnych cieczy coelomatycznej.

Przy oznaczaniu składu mineralnego cieczy coelomatycznej postępowałam w następujący sposób: po oplukaniu zwierzęcia wodą i osuszeniu go bibułą rozcinałam ostrożnie worek skórnomięśniowy, pozwalając na swobodny wypływ cieczy z jamy ciała i starając się nie zanieczyścić jaj zawartością jelita. Do analizy brałam 10—20 cm<sup>3</sup> płynu. Przy odbiżaniu cieczy coelomatycznej posługiwałam się metodą Briggs'a ('23), polegającą na strącaniu białka kwasem trojchlorooctowym. W jednej próbce oznaczałam metodami mikroanalitycznymi następujące jony: potas, sól, wapń i fosfor. Do oznaczania potasu stosowałam metodę K r a m e r a i T i s d a l l a ('20). Sól oznaczałam metodą K r a m e r a ('20) z modyfikacją, polegającą na tem, że po strąceniu, zamiast przenosić osad do tygla G o o c h a lub na sączek, odwirowywano go w próbówce, przemywano 2

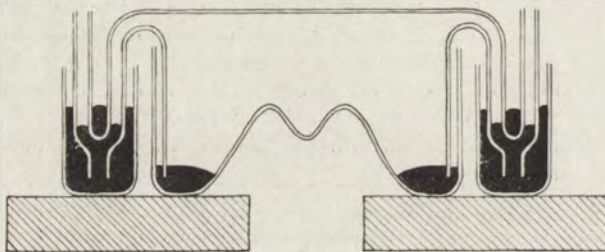
razy alkoholem 30%, raz 9% i raz eterem, poczem postępowano jak u Kramera. Wapń oznaczano metodą de Waarda ('19); wreszcie fosfor oznaczany był kolorymetrycznie metodą Briggsa ('23). Ilość każdego ze składników została podana w miligramach, w 100 cm<sup>3</sup> surowicy (Tab. V).

Przygotowując ciecz zastępczą, odpowiadającą składowi soli alkalicznych i ziem alkalicznych w cieczy coelomatycznej *Ascaris*, postępowalam w sposób następujący: przede wszystkim sporządziłam szereg roztworów pojedynczych soli o stężeniu izosmotycznym w stosunku do cieczy coelomatycznej robaka ( $\Delta = 0.630^0$  według Schapfera '24), a mianowicie: *NaCl* (1.078%), *KCl* (1.385%), *CaCl<sub>2</sub>* (1.425<sup>0</sup>) i *Na<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub>* (2.14%). Z trzech pierwszych roztworów przygotowywałam ciecz zastępczą, mieszając je w stosunku, w jakim kationy tych soli występują w cieczy coelomatycznej, dodając ponadto dla zalkalizowania roztworu pewną ilość 2.14% *Na<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub>*. Skład roztworu zastępczego, używanego przezemnie w doświadczeniach, był następujący:

100 cm<sup>3</sup> H<sub>2</sub>O, 1.078 g *NaCl*, 0.145 g *KCl*, 0.0285 g *CaCl<sub>2</sub>* i 0.0103 g *Na<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub>*.

#### D. Środowisko gazowe.

Poszukiwania moje dotyczą dojrzewania jajka *Ascaris megalocéphala* w warunkach, na które składają się: 1-o ciecz zastępcza izosmotyczna, 2-o środowisko gazowe. Doświadczenia przeprowadzane były w szklanej komorze wilgotnej, urządzonej w ten sposób, aby można było prowadzić obserwacje mikroskopowe. Komora składała się z dwu naczynek: podstawowego i nakrywającego, uszczelnionych rtęcią. Naczynko nakry-



Rys. 1. Komora do doświadczeń nad dojrzewaniem i rozwojem jaj w atmosferze wodoru.  
Fig. 1. Appareil pour les recherches sur la maturation et le développement des oeufs dans une atmosphère d'hydrogène.

wające zaopatrzone jest w dwie rurki, umieszczone z przeciwnych stron komory. Rurki mają kształt litery *U* o trzech wylotach, z których jeden odchodzi od dolnego zgięcia *U* rurki i służy do zamknięcia naczynia rtęcią. Przez jedną z rurek wprowadza się gaz, który uchodzi przez rurkę przeciwną. W ten sposób można wypędzić z komory powietrze i napełnić ją dowolnym gazem. W każdej chwili można komorę zamknąć, podnosząc naczynko z rtęcią do góry; potem w czasie doświadczenia można przewietrzyć ją bez narażenia się na wprowadzenie powietrza z otoczenia.



Rozwój jaj obserwowałam w kropli wiszącej, umieszczonej po stronie wewnętrznej górnej ścianki komory; w doświadczeniach nad dojrzewaniem stosowałam metodę zmienioną, polegającą na tem, że zamiast umieszczania jaj w kropli wiszącej, brałam mały odcinek jajowodu z jajami w określonym stadium i zawiązując nitką z obu stron umieszczałam go w płynie zastępczym w niewielkiem wgłębieniu, znajdującem się na wypukłym dnie podstawki. Z dwu odpowiadających sobie odcinków jajowodów, zawierających jaja w jednakowym stadium dojrzewania, jeden umieszczałam w komorze z tlenem, drugi — w komorze z wodorem. Pewną ilość jaj z końca danego odcinka pozostawiałam do kontroli, utrwalając je w 4% roztworze formaliny w celu dokładnego określenia stadium dojrzewania. Do komór wprowadzałam w ciągu około 30' tlen z bomby, lub wodór, otrzymywany początkowo elektrolitycznie, w późniejszych zaś doświadczeniach — z aparatu Kippa. W doświadczeniach beztlenowych roztwór zastępczy uprzednio był nasycony wodorem w ciągu godziny. Wypełnione odpowiednimi gazami naczynka przenoszono do termostatu o temp. około 37°. Co pewien czas (6—12 godzin) odnawiano w komorach gaz, przepuszczając go w ciągu kilkunastu minut. W niektórych doświadczeniach ciecz była zmieniana raz w ciągu doby. Całe doświadczenie trwało zwykle 3 dni, czwartego dnia kontrolowano jaja przy pomocy mikroskopu. Zmiany większe od razu rzucały się w oczy, inne — np. przyrost błony chitynowej, stopień redukcji objętości komórki jajowej — stwierdzano przy pomocy pomiarów mikrometrycznych.

Dużą niedogodnością w doświadczeniach były procesy gnilne, jakie zachodziły zwłaszcza w atmosferze tlenowej; z tego powodu cały szereg doświadczeń odrzucono. Naogół ze wszystkich doświadczeń, jakie wykonałam, tylko 50% dało konkretne wyniki. Ponadto w doświadczeniach z wodorem nie dało się uniknąć chwilowego zetknięcia się jajowodów z powietrzem podczas zmiany płynu zastępczego.

#### E. Metody mikroanalityczne oznaczania składników organicznych.

Do analiz chemicznych, jak i do innych, brano jajka w trzech wspomnianych powyżej stadiach rozwojowych. Po zebraniu odpowiedniej ilości jaj przemywano je kilkakrotnie w celu usunięcia plemników, przenoszono do kalibrowanych probówek i odwirowywano do stałej objętości. W jednej próbie materiału oznaczano ilościowo glikogen, tłuszcze, chitynę i ewentualnie azot. Lotne kwasy tłuszczowe były oznaczone oddzielnie. Ilości substancyj znalezionych wyrażone są w mg i odniesione do jednego cm<sup>3</sup> jaj odwirowanych. Postępowanie było następujące: w celu zniszczenia struktury układu rozcierano w moździerzu koło 1 cm<sup>3</sup> jaj odwirowanych, dodając niewielką ilość alkoholu 95% w celu strącenia glikogenu, poczem poddawano jaja hidrolizie, stosując metodę Pflügera w modyfikacji Przyłęckiego (18). Po hidrolizie, dodaniu alkoholu i odwirowaniu otrzymaliśmy osad, zawierający glikogen i chitynę. Osad ten przemywano na wirownicy kolejno 60%, 80%, 95% alkoholem, zbierając zlewki w oddzielnym naczynku. W celu oddzielenia chityny od glikogenu ten ostatni rozpuszczano w wodzie na gorąco, hidrolizowano kwasem solnym

i cukier oznaczano mikro-metodą Michaelisa, przeliczając następnie glukozę na glikogen. W pozostałości, nie rozpuszczonej po oddzieleniu glikogenu, znajdowała się całkowita ilość chityny, którą obliczano z ilości zawartego w niej azotu. Dla oznaczenia tłuszczów zagęszczano zlewki, otrzymane z przemycia osadu, i postępowano potem zgodnie z metodą Kumagawy-Suto, otrzymując w ten sposób wyższe kwasy tłuszczowe.

W celu oznaczenia lotnych kwasów tłuszczowych brałam większe ilości jaj, mianowicie 2—6 cm<sup>3</sup>; odwirowane jaja rozcierałam w moździerzu, dodawszy uprzednio nieco ługu. Po zmydleniu przenosiłam do kolby destylacyjnej i w celu zubożenia dodawałam kwas siarkowy i kwas fosforowy w nadmiarze. Aby uniknąć gwałtownego rzucania cieczy, wrzucałam do kolby trochę krzemionki. Uwolnione przez zakwaszenie substancji lotne kwasy tłuszczowe destylowałam z parą wodną pod zmniejszonym ciśnieniem w temp. 40<sup>o</sup>—60<sup>o</sup>, ogrzewając kolbę na łaźni wodnej. Do odbieralnika wprowadzano  $\pm 20$  cm<sup>3</sup> NaOH 0.1 n, a po przedestylowaniu zawartości kolby do sucha w odbieralniku strącano CO<sub>2</sub> wodą barytową. Osad otrzymany sączyłam, przesącz odparowywałam do małej objętości, sączyłam powtórnie wprost do kolby destylacyjnej i po zakwaszeniu po raz drugi destylowałam, dodając kilkakrotnie wody w celu dokładnego wypędzenia kwasów. Ponieważ z prac Schimmelpfenniga ('03) i Flury'ego ('12) wiadomo, że wśród innych kwasów niższych u *Ascaris* kwas masłowy występuje w największych ilościach, przeto całkowitą kwasowość przeliczałam na kwas masłowy, podając wyniki w mg na 1 cm<sup>3</sup> jaj. Przytem robione były kontrolne oznaczenia na zawartość kwasów lotnych w odczynnikach. W pozostałości po destylacji oznaczane były kwasy wyższe. Co do wartości tej metody, to nie wydaje mi się ona ścisłą, o czem pozwalają sądzić oznaczenia kontrolne, które są zbyt wysokie i wykazują duże wahania.

## 2. Zmiana objętości jaja w okresie dojrzewania.

Danych, dotyczących zmiany objętości jaja w czasie dojrzewania niema w literaturze prawie zupełnie: jedyną wzmiankę w tej kwestji znajdujemy u Fauré-Fremiet ('13), który podaje liczbę  $2,8 \cdot 10^{-7}$  cm<sup>3</sup> dla objętości komórki jajowej po osiągnięciu całkowitej dojrzałości oraz pomiar średnicy dojrzałego oocytu (120  $\mu$ ).

Już zwykle obserwacje mikroskopowe pozwalają nam zauważyć zmiany, zachodzące w wielkości komórki jajowej w okresie dojrzewania. Żeby wykazać do jakiego stopnia posunięta jest ta redukcja objętości, przytoczę w tym celu trochę liczb (tab. I). Oocyt wzgl. stadium (I) w momencie zapłodnienia, gdy błona oocytu jest ledwie widoczna: średnica mniejsza jaja waha się w granicach od  $157 \cdot 10^{-3}$  mm —  $180 \cdot 10^{-3}$  mm, skąd średnia 10



pomiarów wynosi  $166 \cdot 10^{-3}$  mm; średnica większa  $168 \cdot 10^{-3}$  mm —  $183 \cdot 10^{-3}$  mm, średnio  $174 \cdot 10^{-3}$  mm. Objętość jaja w momencie zapłodnienia wynosi  $243 \cdot 10^{-5}$  mm<sup>3</sup>. Stadjum (II) po wydzieleniu pierwszego ciała kierunkowego: ponieważ w tym okresie nastąpiło całkowite wytworzenie otoczki chitynowej, więc mierzono: 1-o jajko jako układ, t. j. komórkę jajową wraz z otoczką chitynową, 2-o samą komórkę jajową. Średnica mniejsza układu wykazuje wahania  $155 \cdot 10^{-3}$  mm —  $176 \cdot 10^{-3}$  mm, większa  $166 \cdot 10^{-3}$  —  $180 \cdot 10^{-3}$  mm, średnio  $164 \cdot 10^{-3}$  mm i  $174 \cdot 10^{-3}$ ; objętość układu  $246 \cdot 10^{-5}$  mm<sup>3</sup>. Dla komórki jajowej wahania:  $123 \cdot 10^{-3}$  —  $135 \cdot 10^{-3}$  mm dla średnicy mniejszej i  $132 \cdot 10^{-3}$  mm —  $147 \cdot 10^{-3}$  mm dla większej; średnio  $127 \cdot 10^{-3}$  i  $139 \cdot 10^{-3}$ ; objętość =  $118 \cdot 10^{-5}$  m<sup>3</sup>. Stadjum (III) po wydzieleniu drugiego ciała kierunkowego: komórka jajowa zredukowana do minimum, obie błony oraz periwitelin wykształcone całkowicie. Wahania indywidualne poszczególnych pomiarów w takich gra-

TABELA I.

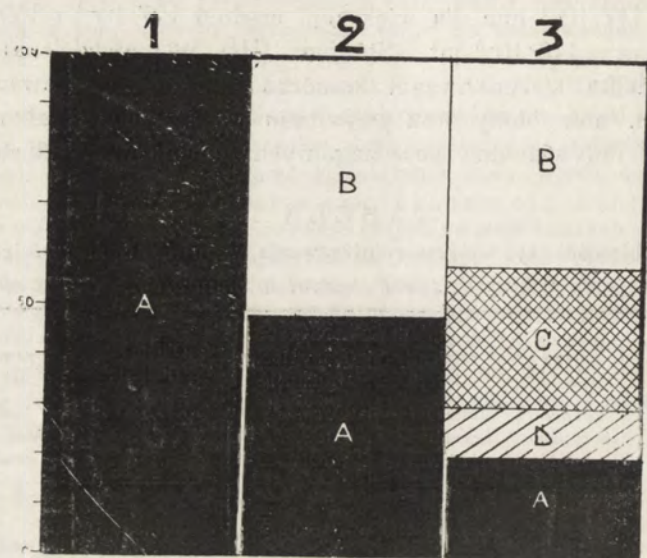
Zmiany objętości jaja w okresie dojrzewania w milimetrach sześciennych. *Changements du volume de l'oeuf pendant la maturation. Unités absolues.*

Stadjum	Objętość całego układu	Objętość otoczki chitynowej		Objętość błony lipoidalnej		Objętość periwitelinu		Objętość komórki jajowej	
	<i>Volume du système total</i>	<i>Volume de l'enveloppe chitineuse</i>		<i>Volume de la membrane lipoidique</i>		<i>Volume du perivitellin</i>		<i>Volume de la cellule ovulaire</i>	
Stade	w mm <sup>3</sup> × 10 <sup>-5</sup>	w mm <sup>3</sup> × 10 <sup>-5</sup>	w procentach objętości układu en % du volume du système total	w mm <sup>3</sup> × 10 <sup>-5</sup>	w procentach objętości układu en % du volume du système total	w mm <sup>3</sup> × 10 <sup>-5</sup>	w procentach objętości układu en % du volume du système total	w mm <sup>3</sup> × 10 <sup>-5</sup>	w procentach objętości układu en % du volume du système total
I	254	—	—	—	—	—	—	245	100%
II	246	128	52%	—	—	—	—	118	48%
III	243	103	42%	67	28%	23	10%	50	20%

nicach, jak w stadjach (I) i (II). Podam tu tylko średnie każdego 10 pomiarów dla poszczególnych części układu. Cały układ: średnica mniejsza  $165 \cdot 10^{-3}$  mm, większa  $169 \cdot 10^{-3}$  mm,

objętość  $243 \cdot 10^{-5}$  mm<sup>3</sup>; układ bez błony chitynowej: średnica mniejsza  $138 \cdot 10^{-3}$  mm, większa  $140 \cdot 10^{-3}$  mm, objętość  $140 \cdot 10^{-5}$  mm<sup>3</sup>; układ bez obu otoczek (czyli jajko i periwitelin): średnica mniejsza  $111 \cdot 10^{-3}$  mm, większa  $113 \cdot 10^{-3}$  mm, objętość  $73 \cdot 10^{-3}$  m<sup>3</sup>; wreszcie mniejsza średnica komórki jajowej =  $98 \cdot 10^{-3}$  mm, większa =  $99 \cdot 10^{-3}$  mm, objętość =  $50 \cdot 10^{-5}$  mm<sup>3</sup>.

Z zestawienia tego widać, że jajko jako układ nie ulega zmianie objętości. Różnice, jakie widzimy między liczbami poszczególnych stadijów, wahają się dokoła średniej w granicach od 2—8%, co może wynikać zarówno z różnic indywidualnych,



Rys. 2. Zmiany objętości jaja *Ascaris* w okresie dojrzewania. 1 — oocyty. 2 — po wydzieleniu pierwszego ciała kierunkowego. 3 — po wydzieleniu drugiego ciała kierunkowego.

A — komórka jajowa. B — błona chitynowa. C — błona lipidalna. D — periwitelin.

Fig. 2. Changements du volume de l'oeuf d'*Ascaris* au cours de la maturation. 1 — oocyte 2 — oocyte II. 3 — oeuf mûr. A — cellule ovulaire. B — membrane chitineuse. C — membrane lipidique. D — liquide perivitellin.

jak i błędów przy pomiarach. Jeżeli weźmiemy pod uwagę objętość komórki jajowej w poszczególnych stadijach, to zauważymy, że zmiany są bardzo duże. Zmniejszenie objętości w okresie wydzielania pierwszego ciała kierunkowego stanowi 50% objętości oocyty, a po wydzieleniu drugiego ciała kierunkowego



objętość komórki jajowej spada do 20% swej pierwotnej wielkości (p. rys. 2). Ponieważ objętość układu nie zmieniła się, więc z tego wynika, że wszystkie przekształcenia, jakie zaszły w związku z redukcją objętości, odbyły się w obrębie błony oocytu: stanowiła ona jakby linię graniczną, której struktura fizyczna kształtującego się układu nie była w możności przekroczyć. To wielkie zmniejszenie się objętości komórki jajowej rozumiałe jest z punktu widzenia przemian chemicznych, jakie zaszły w tym okresie: powstały wszakże otoczki jajowe oraz wytworzył się płyn periwitelinowy dookoła komórki; materiału budulcowego dostarczała komórka. Poza tem z pomiarów wynika, że otoczka chitynowa wytwarza się całkowicie w okresie wydzielania pierwszego ciała kierunkowego i że stanowi ona prawie połowę (42%) objętości całego układu. W związku z wytworzeniem się błon jajko zużywa stopniowo swój stały materiał, przyczem woda, zawarta w jajach, bierze ważny udział w tej przebudowie, poczem następuje wydzielenie wody pod postacią periwitelinu, którego objętość stanowi połowę wielkości jaja po największej redukcji jego objętości.

### 3. Zmiany ciśnienia osmotycznego jaj.

W związku z tak znacznym zmniejszeniem objętości jaja nasuwa się pytanie, czy zachodzi również zmiana w ciśnieniu osmotycznym w okresie dojrzewania, innymi słowy, czy wnikięcie plemnika wywiera wpływ na ciśnienie wewnątrz komórki jajowej *Ascaris*.

Zagadnienie, dotyczące wpływu zapłodnienia na zmianę ciśnienia osmotycznego w komórce jajowej posiada dzisiaj już dość obfitą literaturę. Pierwsze prace w tym kierunku odnoszą się do kręgowców, głównie ptaków i płazów. Prace Backmana i Runnströma ('09, '12), Backmana i Sundberga ('12), Backmana ('12) oraz Białaszewicza ('12) stwierdzają zgodnie, że na początku rozwoju zarodki, zwłaszcza płazów, wykazują znaczną niżkę ciśnienia osmotycznego. Ponieważ rozwój rozpoczyna się po złożeniu jaj do wody, więc nasuwało się przypuszczenie, że obniżenie ciśnienia mogłoby zająć wskutek pobrania wody przez jajko, lecz doświadczenia wymienionych autorów wykazały, że spadek ciśnienia w jajach, spowodowany przez pobranie wody nie jest tak znaczny, aby wytłumaczyć

10-krotną zniżkę ciśnienia; zatem przyczyną, wywołującą redukcję ciśnienia według tych autorów, jest wniknięcie plemnika do jaja. Backman i Runnström tłumaczą to zjawisko adsorbacją krystaloidów przez koloidy plazmy, natomiast Białaszewicz stawia hipotezę, że obniżenie ciśnienia związane jest z wydzieleniem substancyj osmotycznie czynnych do periwitelinu.

Potwierdzenie tej hipotezy znajdujemy w pracy Przyłęckiego ('17) nad spadkiem ciśnienia i roli periwitelinu w jajach płazów, gdzie autor stwierdza, że obniżenie ciśnienia nie zachodzi bezpośrednio po zapłodnieniu, lecz dopiero po wydzieleniu obu ciałek kierunkowych, mianowicie w okresie wydzielenia periwitelinu. O ile z jednej strony praca wymieniona potwierdza przypuszczenie Białaszewicza o roli periwitelinu, o tyle z drugiej przeczy poglądom Backmana, Runnströma i Białaszewicza, przypisującym zapłodnieniu decydującą rolę w zmianie ciśnienia. Przyłęcki stwierdza, że niezapłodnione jaja żabie w zetknięciu z wodą wykazują zmniejszenie ciśnienia osmotycznego i wydzielają periwitelin po upływie tego samego czasu, jak to ma miejsce dla jaj zapłodnionych, a zatem obniżenie ciśnienia nie jest spowodowane przez zapłodnienie.

Pierwsze dane w tej kwestji, odnoszące się do bezkręgowców, znajdujemy, poza pracą Backmana ('11) nad ważkami, w pracach Przyłęckiego ('21) nad zmianą ciśnienia osmotycznego w czasie rozwoju jaj rozwielitek (*Daphnia*). Badając ciśnienie w czasie rozwoju dzieworodnego zarodków rozwielitek, autor stwierdza, że ulega ono zmianie. „Zmiany te — pisze autor — dają się ująć w pewien szereg, w którym najniższe ciśnienie przypada na zarodki najwcześniejsze z badanych, t. j. na 6 godzinne ( $\Delta = 0.245^{\circ}$ ). Następnie z wiekiem zarodków wzrasta i ich ciśnienie osmotyczne w czasie całego rozwoju bez przerwy, szybciej w okresie początkowym, wolniej w stadjach końcowych przed wykluciem, dochodząc do wartości  $\Delta = 0.752^{\circ}$ . To dowodzi jednakowego zachowania się zwierząt pojkilo — i homojosmotycznych pod względem zmian ciśnienia we wczesnych stadjach rozwojowych“. W drugiej pracy nad zmianą ciśnienia w czasie rozwoju zapłodnionych jaj rozwielitek Przyłęcki ('21) stwierdza, że zmiany w ciśnieniu są zbliżone do tych, jakie wy-



kazał dla jaj dzieworodnych, z czego wyciąga wniosek, „że u rozwielitek akt zapłodnienia nie wprowadza żadnych specjalnych czynników, wpływających na zmianę ciśnienia osmotycznego.“

W celu stwierdzenia, jak pod tym względem zachowuje się jajko *Ascaris megalcephala*, badałam jego ciśnienie przed i po zapłodnieniu, stosując metody: objętościową i plazmolityczną. Rezultaty moich poszukiwań dadzą się sprowadzić do dwu punktów: pierwszy dotyczy własności błon jajowych, drugi — ciśnienia osmotycznego.

Stosując metodę objętościową (patrz cz. metod.), stwierdziłam, że błona oocytu jest tylko nieznacznie elastyczna, gdyż wzrost objętości jaja niezapłodnionego w roztworach hipotonicznych jest niewielki. Dla jaj, których pierwszy pomiar robiony był w 2% roztworze *NaCl*, a ostatni w wodzie (por. tab. II, serja I), różnica objętości wynosi średnio 6·3%. Dla jaj, których pierwszego pomiaru dokonywano w surowicy *Ascaris*, a ostatniego w 0·75% *NaCl* — zmiany objętości w roztworach o zmniejszającym się stężeniu wykazują naprzemian to wzrost, to redukcję objętości. (Wahania w granicach paru procentów tab. II, serja II).

Co się tyczy błony chitynowej jaja zapłodnionego, to nawet przy nieznacznej grubości chityny, wkrótce po zapłodnieniu, wykazała ona zupełny brak sprężystości (Tab. III).

Zarówno błona oocytu (Fauré-Fremiet '13), jak i otoczka chitynowa należą do typu błon przepuszczalnych dla wody i soli, gdyż w roztworach hipertonicznych występuje plazmolyza. Błona wewnętrzna, jako powstała ze związków lipoidalnych, przepuszcza tylko te substancje, które ją rozpuszczają lub które ona rozpuszcza (Fauré-Fremiet '13, Zavadovsky '16), zaś dla wody i rozpuszczonych w niej soli jest nieprzepuszczalna. Trzydziestominutowe przebywanie jajka w roztworach hipertonicznych *NaCl* (5 — 10%) nie wywołuje żadnej zmiany objętości.

Ze względu na małą rozciągliwość błony oocytu oraz zupełną sztywność otoczki chitynowej przy pomiarach ciśnienia osmotycznego stosowałam metodę plazmolityczną, która dała następujące wyniki (Tab. IV): 1-o ciśnienie osmotyczne oocytu, wyrażone w stopniach obniżenia punktu zamarzania płynów plazmolizujących,

TABELA II.  
Zmiany objętości jaja niezaplodzonego w roztworach NaCl. Jednostki względne.  
*Changement du volume de l'oeuf non fécondi, dans les solutions de NaCl. Unités relatives.*

Serie	Surowica Sérum	2·00%		1·50%		1·25%		1·00%		0·75%		0·50%		H <sub>2</sub> O	
		Objętość jaja Volume de l'oeuf	Zmiana objętości w % Changement du volume en %	Objętość jaja Volume de l'oeuf	Zmiana objętości w % Changement du volume en %	Objętość jaja Volume de l'oeuf	Zmiana objętości w % Changement du volume en %	Objętość jaja Volume de l'oeuf	Zmiana objętości w % Changement du volume en %	Objętość jaja Volume de l'oeuf	Zmiana objętości w % Changement du volume en %	Objętość jaja Volume de l'oeuf	Zmiana objętości w % Changement du volume en %	Objętość jaja Volume de l'oeuf	Zmiana objętości w % Changement du volume en %
I	—	Objętość jaja Volume de l'oeuf	—	Objętość jaja Volume de l'oeuf	—	Objętość jaja Volume de l'oeuf	—	Objętość jaja Volume de l'oeuf	—	Objętość jaja Volume de l'oeuf	—	Objętość jaja Volume de l'oeuf	—	Objętość jaja Volume de l'oeuf	—
	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
II	—	Objętość jaja Volume de l'oeuf	—	Objętość jaja Volume de l'oeuf	—	Objętość jaja Volume de l'oeuf	—	Objętość jaja Volume de l'oeuf	—	Objętość jaja Volume de l'oeuf	—	Objętość jaja Volume de l'oeuf	—	Objętość jaja Volume de l'oeuf	—
	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	



wykazało wartości, wahające się w granicach od 0·570° do 0·620°; średnia dla sześciu pomiarów  $\Delta$  wynosi = 0·599°; 2-o ciśnienie w jajku wkrótce po zapłodnieniu, gdy błona chitynowa jest bardzo cienka (największa grubość pierścienia chitynowego nie przekraczała połowy grubości tegoż w jajku dojrzałym), odpowiada  $\Delta$  od 0·608 do 0·667°, średnio  $\Delta$  = 0·629°; dla drugiego momentu dojrzewania, mianowicie po wydzieleniu pierwszego ciała kierunkowego, otrzymałam średnią wartość  $\Delta$  = 0·636°.

TABELA III.

Zmiany objętości jaja zapłodnionego po wytworzeniu błony chitynowej (40% grubości ostatecznej). Jednostki względne.

*Changements du volume de l'oeuf fécondé. (L'épaisseur de l'enveloppe chitineuse comporte environ 40% de l'épaisseur normale). Unités relatives.*

5·0% NaCl	1·0% NaCl		0·5% NaCl		Woda	
Objętość jaja <i>Volume de l'oeuf</i>	Objętość jaja <i>Volume de l'oeuf</i>	Zmiana objętości w % <i>Changements du volume en %</i>	Objętość jaja <i>Volume de l'oeuf</i>	Zmiana objętości w % <i>Changements du volume en %</i>	Objętość jaja <i>Volume de l'oeuf</i>	Zmiana objętości w % <i>Changements du volume en %</i>
414	398	— 3·8	407	— 1·7	405	— 2·2
468	484	+ 3·4	479	+ 2·4	473	+ 1·0
398	412	+ 3·5	410	+ 3·0	412	+ 3·5
456	458	+ 0·4	458	+ 0·4	460	+ 0·9
472	474	+ 0·4	479	+ 1·4	479	+ 1·4
—	—	+ 0·8%	—	+ 1·1%	—	+ 0·9%

Z liczb przytoczonych wynika, że zmiany ciśnienia w okresie dojrzewania jaja są bardzo nieznaczne: różnica między roztworami plazmolizującymi oocyt i jajko zapłodnione, wyrażona w stopniach obniżenia punktu zamarzania, wynosi zaledwie 0·03°, nie przekraczając różnic indywidualnych dla poszczególnych samic, z czego wynika, że zapłodnienie nie wywiera wpływu na zmianę ciśnienia w jajku *Ascaris*, przynajmniej w pierwszej chwili po wnikięciu plemnika.

Fakty zaobserwowane u *Ascaris* są swoiste w porównaniu z wynikami, otrzymanymi dla jaj o błonach przepuszczalnych, gdyż według badań Białaszewicza oraz Backmana i Runnströma nad kręgowcami zapłodnienie wywołuje znaczne obniżenie ciśnienia; prace Przyłęckiego wskazują, że u płazów

i u *Daphnia* samo przeniesienie jaj do wody powoduje niższą ciśnienia.

Opierając się na wynikach Przyłęckiego, że u płazów spadek ciśnienia nie zachodzi przed wydzieleniem drugiego ciała kierunkowego, oraz na hipotezie Białaszewicza o roli periwitelinu, można przypuścić, że zmiany ciśnienia w jajach *Ascaris* należałoby oczekiwać dopiero po wydzieleniu periwitelinu, t. j. po wytworzeniu lipoidalnej błony nieprzepuszczalnej.

TABELA IV.

Zmiany ciśnienia osmotycznego w okresie dojrzwania jaj.  
*Changements de la pression osmotique pendant la maturation des oeufs.*

Stadium <i>Stade</i>	№ pomiaru <i>№ de l'analyse</i>	Plazmolizujący roztwór NaCl w % <i>Solution plasmo- lyzante de NaCl en %</i>	Δ plazmolizującego roztworu NaCl <i>Δ de la solution plasmo-lyzante de NaCl</i>	Δ średnia rozto- wu plazmolizu- jącego <i>Δ En moyenne</i>
Oocyt <i>Oocyte</i>	I	0·95	0·570°	0·599°
	II	0·95	0·570°	
	III	1·05	0·620°	
	IV	1·05	0·620°	
	V	1·00	0·608°	
	VI	1·00	0·608°	
Po zapłodnieniu. Grubość błony chitynowej wynosi 40% grubości ostatecznej. <i>Après la fécondation. L'épaisseur de l'enveloppe chitineuse comporte environ 40% de l'épaisseur définitive.</i>	I	1·00	0·608°	0·629°
	II	1·00	0·608°	
	III	1·00	0·608°	
	IV	1·00	0·620°	
	V	1·00	0·667°	
	VI	1·00	0·667°	
Po wydzieleniu pierwszego ciała kierunkowego. <i>Après l'élimination du premier globule polaire.</i>	I	1·05	0·620°	0·636°
	II	1·05	0·620°	
	III	1·05	0·620°	
	IV	1·05	0·620°	
	V	1·10	0·660°	
	VI	1·10	0·660°	

#### 4. Skład mineralny cieczy coelomatycznej zwierząt.

W warunkach naturalnych jajowody *Ascaris* znajdują się w cieczy coelomatycznej, wypełniającej jamę ciała. Skład i właściwości cieczy u *Ascaris* były oddawna przedmiotem badań. Poraz



pierwszy u Marceta<sup>1)</sup> ('65) znajdujemy następujący skład cieczy, otrzymanej z ciała *Ascaris megalcephala*:

woda . . . . .	91·75%
fibryna i albumina . . .	5·30%
sole . . . . .	2·97%

Schim melpfen nig ('03) stwierdza przy pomocy spektroskopu obecność oksyhemoglobiny. W pracy Flury'ego ('12) skład mineralny płynu został obszerniej uwzględniony, niż u poprzedników. Dla cieczy, którą otrzymał Flury przez wyciśnięcie z drobno pokrajanych robaków, jest on następujący:

	w substancji suchej	w żywym zwierzęciu
	%	%
<i>Na</i>	1·104	0·1656
<i>K</i>	0·607	0·0910
<i>Ca</i>	0·404	0·0606
<i>Mg</i>	0·058	0·0860
<i>Al</i>	0·131	0·0197
<i>Fe</i>	0·019	0·0028
<i>Cl</i>	1·272	0·1909
<i>PO<sub>4</sub></i>	1·135	0·1973
<i>SO<sub>4</sub></i>	0·114	0·0171
<i>SiO<sub>4</sub></i>	0·029	0·1044

Skład ten nie odpowiada jednak ściśle cieczy coelomatycznej, gdyż przy wyciskaniu pokrajanych zwierząt dołączała się zawartość jelita oraz sok z tkanek.

Ponieważ w mojej pracy chodziło o sporządzenie cieczy zastępczej, odpowiadającej własnościom cieczy coelomatycznej pod względem jakości i ilości składników mineralnych, przeto ograniczyłam się do oznaczenia jonów w cieczy, pochodzącej wyłącznie z jamy ciała. Tabela V streszcza wyniki otrzymane z 5 analiz. Wahania w wartościach, dotyczących poszczególnych osobników, są duże; być może, należy je przypisać temu, że ciecz coelomatyczna była zbierana w różnych odstępach czasu po wyjęciu *Ascaris* z gospodarza. Do dwu ostatnich analiz ciecz zbierałam po kilku godzinach, do analizy 3-ej — po upływie około 30 godzin.

W celu zorientowania się, jak przedstawia się skład cieczy coelomatycznej *Ascaris* w porównaniu z surowicą innych zwierząt, zestawiałam istniejące w literaturze dane, dotyczące zawar-

<sup>1)</sup> Cyt. według Fauré-Fremiet ('13)

tości czterech katjonów u kilku grup zwierzęcych (kręgowców i bezkręgowców). Wartości poszczególnych katjonów odniesiono do sodu, jako do stu. (Tabela VI). Dane zaczerpnęłam z Wintersteina ('25)<sup>1)</sup>.

TABELA V.

Skład mineralny cieczy coelomatycznej *Ascaris*.  
Composition minérale du liquide coelomatique d'*Ascaris*.

№ porządkowy analizy № d'ordre de l'analyse	W 100 cm <sup>3</sup> cieczy Dans 100 cm <sup>3</sup> du liquide			
	Na mg	K mg	Ca mg	P mg
I	242·0	56·9	7·3	18·1
	252·0	56·1	7·3	16·9
II	224·0	55·8	4·5	18·0
	218·0	58·0	4·1	17·0
III	298·4	52·2	10·4	12·2
	304·0	54·5	10·1	10·2
	300·7	56·4	—	11·2
IV	296·1	54·8	—	—
	253·1	38·0	5·4	9·7
	242·7	36·1	5·4	9·4
	—	36·1	—	9·1
V	—	41·4	—	—
	—	42·0	4·8	14·0
	211·3	39·4	5·8	14·0
	228·6	34·7	5·4	13·2
	—	34·0	5·4	13·3
Średnio: En moyenne:	<b>255·9</b>	<b>46·7</b>	<b>6·3</b>	<b>13·6</b>

Z zestawienia tego wyniku przedewszystkiem, że skład mineralny cieczy coelomatycznej odbiega znacznie od składu cieczy, wyciśniętej z pokrajanych robaków (Flury '12), w której zawartości potasu, wapnia i fosforu są wybitnie wyższe, niż w cieczy coelomatycznej. Gdy zestawimy *Ascaris* z wymienionymi w tabeli przedstawicielami grup zwierzęcych, to należy zaznaczyć, że naogół stosunek katjonów nie wykazuje charakterystycznych właściwości: ilość potasu zbliża się raczej do wartości, znalezionych u bezkręgowców morskich, wapnia

<sup>1)</sup> Winterstein ('25). Handbuch d. vergl. Phys. Bd. I Teil. I.



i fosforu raczej do kręgowców, jeżeli wogóle można porównywać te liczby, jako otrzymane przy pomocy różnych metod. Różnice w wartościach wskutek posługiwania się różnymi metodami, są znaczne, jak to wynika z kolumny 11 i 12 dla wołu oraz 13 i 14 dla konia.

Ciecz zastępcza, używana do doświadczeń nad dojrzewaniem, była sporządzana z trzech soli, mianowicie z chlorków sodu, potasu i wapnia. Skład jej podałam w części metodycznej.

TABELA VI.

Zestawienie składu mineralnego surowicy w odniesieniu do 100 części sodu<sup>1)</sup>.

*Composition minérale du sérum, rapportée à 100 parties de sodium.*

Składniki mineralne Composés minéraux	<i>Ascaris megalocephala</i> <sup>2)</sup>	<i>Ascaris lumbricoides</i>	<i>Echinodermata</i>	<i>Vermes</i>	<i>Lamelibranchiata</i>	<i>Cephalopoda</i>	<i>Gallus</i>	<i>Anser</i>	<i>Canis</i>	<i>Bos</i>	<i>Bos</i> <sup>2)</sup>	<i>Equus</i>	<i>Equus</i> <sup>3)</sup>	<i>Homo</i>
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Na	100·00	100·00	100·00	100·00	100·00	100·00	100·00	100·00	100·00	100·00	100·00	100·00	100·00	100·00
K	18·25	54·98	11·55	11·29	12·32	2·26	28·12	22·39	6·36	6·60	5·39	6·63	11·29	7·55
Ca	2·46	36·50	7·42	7·10	7·89	0·71	3·56	4·40	2·32	2·55	3·73	2·11	5·95	3·11
P	5·31	38·76	5·91	6·33	6·40	6·30	10·05	13·19	3·37	3·37	2·13	3·21	2·60	3·55

<sup>1)</sup> Według zestawień Bottazzi'ego (Handbuch der vergl. Phys. Winterstein t. I, cz. I). Obliczenia oparte na analizach Flury (*Ascaris lumbricoides*), Griffitha (*Echinodermata*, *Vermes*, *Lamelibranchiata*, *Cephalopoda*), Bunge'go, Abderhaldena i Sobkewitscha (*Gallus*, *Anser*, *Canis*, *Bos*, *Equus*, *Homo*).

<sup>2)</sup> Według Briggs'a ('23).

<sup>3)</sup> Według moich analiz. *D'après mes analyses.*

## 5. Warunki gazowe procesu dojrzewania.

Przedstawione wyżej badania wstępne posłużyły mi do sporządzenia cieczy zastępczej, jako jednego z warunków fizycznych i chemicznych środowiska zewnętrznego. Pozostało jeszcze do omówienia środowisko gazowe, w jakim znajduje się jajko w okresie dojrzewania. Życie *Ascaris* jako pasorzyta jelitowego związane jest z gospodarzem, a zatem musiało nastąpić duże przystosowanie do środowiska. Czynności życiowe pasorzyta są wyrazem stosunków, panujących w jelicie gospodarza, ściślej biorąc — stosunki gazowe w jajowodach będą odzwierciedleniem tych, w jakich znajduje się cały organizm.

Przy rozpatrywaniu stosunków gazowych w jelicie gospodarza chodzi o stwierdzenie tak ważnego dla organizmu faktu, jakim jest obecność tlenu w otoczeniu. W literaturze mamy zaledwie wzmianki w tej kwestji. W analizie gazów jelitowych znajdowano głównie duże ilości  $CO_2$  i wodoru, stąd przekonanie, że ciśnienie cząstkowe tlenu jest znikomo małe, albo zgoła nie istnieje, zwłaszcza jeśli się weźmie pod uwagę, że w jelicie zachodzą energiczne procesy redukcyjne dzięki działaniu wodoru in statu nascendi. Pasożyt zatem mógłby ewentualnie pobierać tlen dyfundujący z tkanek gospodarza przedtem, niż zostanie on związany z substancjami o silnym charakterze redukującym. Bunge ('84) w swoich doświadczeniach stwierdza, że w warunkach beztlenowych *Ascaris* żyje 4—5 dni, przy dopływie tlenu 8—10, często do 15-tu, nigdy mniej niż 6 dni. Weiland ('01) stoi na stanowisku beztlenowej przemiany materji, lecz jego pogląd został zakwestjonowany, jak wspomnieliśmy we wstępie, przez Slatera ('25), który, przyjmując wraz z innymi, że ciśnienie cząstkowe tlenu w jelicie konia jest bardzo małe, przypuszcza, że jednak tlen do życia *Ascaris* (do wykonywania ruchów) jest niezbędny, że pasożyt może go czerpać z tkanek gospodarza. Z tego wynika, że kwestja jest otwarta.

Poszukiwania moje dotyczą wyłącznie fizjologii dojrzewania jajka *Ascaris megaloccephala* w warunkach, na które składają się: 1-o ciecz zastępuje izosmotyczna, 2-o środowisko gazowe tlenowe, względnie — beztlenowe.

Doświadczeń nad dojrzewaniem wykonałam kilkanaście i otrzymałam wyniki, które streszczam w tab. VII, VIII i IX. Proces dojrzewania jaja *Ascaris* badałam zarówno w atmosferze tlenowej, jak i beztlenowej. Znamionami zewnętrznymi tego procesu są zmiany, z których pewne możemy zaobserwować na żywym obiekcie. Pierwszym etapem dojrzewania jest zjawisko przyrostu błony chitynowej; przyrost ten jest wyrazem syntetycznych przemian chemicznych, zachodzących w węglowodanach (glikogen). Wybitnej różnicy odnośnie przyrostu chityny w różnych warunkach gazowych nie stwierdzamy (por. tab. VII i VIII); możnaby zrobić jedynie uwagę, że wytwarzaniu chityny sprzyjają raczej warunki beztlenowe, nie są one jednak niezbędnym czynnikiem jej powstawania. Należy pozatem zaznaczyć, że w warunkach



moich doświadczeń do wytworzenia całkowitej otoczki chitynowej nie dochodziło w żadnym przypadku: największa grubość błony chitynowej po wydzieleniu pierwszego ciała kierunkowego osiągała  $\frac{2}{3}$  normalnej jej grubości. Intensywność przemian węglowodanowych syntetycznych jest mniej więcej ta sama dla jaj wziętych do doświadczeń bezpośrednio po zapłodnieniu, jak i dla nieco więcej posuniętych w rozwoju, wykazujących grubość błony chitynowej, równą połowie grubości normalnej.

Drugim ważnym zjawiskiem w dojrzewającym jaju jest powstawanie błony lipoidalnej. W doświadczeniach wytwarzała się ona stale, niezależnie od środowiska gazowego. Wyniki są tego rodzaju, że nie wykazują, który z tych warunków sprzyja więcej procesowi wytwarzania błony lipoidalnej. Stąd należy wnioskować, że tlen nie wpływa na przekształcenia chemiczne, rezultatem których jest powstanie błony wewnętrznej.

Dalszym etapem dojrzewania jest redukcja objętości komórki jajowej i wydzielenie periwitelinu, który w omawianych warunkach powstaje nie tylko wówczas, gdy brano do doświadczeń jajko po wydzieleniu pierwszego ciała kierunkowego, lecz również w stadjach, branych zaraz po zapłodnieniu.

Stwierdzamy więc, że w pewnym odsetku jaj proces dojrzewania w sztucznym środowisku ciekłym i gazowym normalnie dobiega do końca. Dojrzałe w tych warunkach jajko różni się od normalnego jedynie mniejszą grubością błony chitynowej, co wskazuje na to, że najoporniej odbywają się przekształcenia syntetyczne w węglowodanach.

Reasumując rezultaty, stwierdzamy, że dojrzewanie jaja *Ascaris* zachodzi zarówno w warunkach tlenowych jak i beztlenowych, przyczem żaden z nich nie wydaje się mieć pierwszeństwa przed innym. Ciśnienie cząstkowe tlenu nie odgrywa roli czynnika, wpływającego w jakikolwiek sposób na kierunek czy charakter procesów dojrzewania.

Przemiany chemiczne okresu dojrzewania odbywać się mogą zatem bez dopływu tlenu z zewnątrz kosztem jedynie przekształceń chemicznych własnych materiałów zapasowych aż do chwili powstania periwitelinu i błony wewnętrznej. W tym momencie jajko, będąc otoczone błoną lipoidalną, która jest zupełnie nieprzepuszczalna dla wody i dla soli, stanowi układ zamknięty o cha-

TABELA VII.

Dojrzewanie. Jajko w stadium po zapłodnieniu o ledwie widocznej błonie chitynowej.  
*Maturation. Oeuf fécondé à membrane chitineuse très mince.*

№ porządkowy doświadcz.	Atmosfera wodoru <i>Atmosphère d'hydrogène</i>		Atmosfera tlenu wzgl. powietrza <i>Atmosphère d'oxygène ou d'air</i>	
	Grubość błony chitynowej <i>Epaisseur de l'enveloppe chitineuse</i>	przed doświadczeniem <i>avant l'expérience</i>	Grubość błony chitynowej <i>Epaisseur de l'enveloppe chitineuse</i>	przed doświadczeniem <i>avant l'expérience</i>
I	9	12	9	12
II	10	13	7	8-5
IIa	7-5	10	0	0
III	2	11	0	0
IIIa	0	12	0	12
IV	4	13	3	3
V	6-6	11-7	7-4	7-5
VII	7-7	10-4	9	11
VIII	8-7	14-3		

Stadium rozwojowe po 3-ch dniach doświadczenia

*Stade du développement après trois jours d'expérimentation*

+ 5% jaj wydzieliło błonę wewn., II ciałko kier., periwiel. teln. Znaczna redukcja objętości komórki jajowej.  
 + 5% d'oeufs ont formé la membrane interne, le II globe polaire, le perivitellin. Diminution du volume de la cellule ovulaire considérable.

Tylko przystość błony chitynowej.  
*Uniquement l'augment. de la membrane chitineuse.*

Tylko przystość błony chitynowej.  
*Uniquement l'augment. de la membrane chitineuse.*  
 + 20% jaj wytworzyło błonę wewn., nie wywarzając chityny ani perwitellinu. Redukcja objętości komórki jajowej nieznaczna.

+ 20% d'oeufs ont formé la membrane interne sans former l'enveloppe chitineuse ni le perivitellin.

+ 70% jaj w stadium wydzielenia błony wewnętrznej. Redukcja objętości komórki jajowej nieznaczna.

+ 70% d'oeufs au stade de formation de la membrane interne et au début de la diminution de volume.

Tylko przystość chityny.  
*Uniquement l'augment. de la membrane chitineuse.*

+ 34% jaj w stadium tworzenia błony wewn., i początkowej redukcji. Rozkład jajowodu.

+ 34% d'oeufs au stade de formation de la membrane interne et au début de la diminution de volume.

+ 70% jaj wydzieliło błonę wewn., II c. kier. Perivitellin mniej niż w wodorzce. Redukcja nieznaczna.

+ 70% d'oeufs ont formé la membrane interne, le II globe polaire, le perivitellin moins développé que dans l'hydrogène.

+ 7% jaj wydzieliło błonę wewn. Redukcja obj. komórki jaj. nieznaczna. 20% w stadium tworzenia błony wewn.

+ 7% d'oeufs ont formé la membrane interne. Diminution du volume de la cellule ovulaire peu considérable.





rakterystycznym małym natężeniu przemian metabolicznych; jest to tak zwany stan równowagi dojrzałości, którą naruszyć może jedynie dostęp tlenu do jajka. W braku tlenu jajko może przez dłuższy czas pozostawać w tym stanie pozornej beczynności.

Prace całego szeregu badaczy, jak Halleza ('85)<sup>1)</sup>, Samassy ('98)<sup>1)</sup>, Bataillona ('10), Zavadovsky'ego ('16) oraz moje wyniki (tab. X) stwierdziły, że brózdowanie może zachodzić jedynie w obecności tlenu. Ciekawem jest tu zjawisko przekształcania się jaja, jako organizmu fakultatywnie anoksybiotycznego w bezwzględnie oksybiotyczny. Jakkolwiek istoty tego zjawiska dziś jeszcze uchwycić nie możemy, to jednak możemy wskazać moment, w którym ono zachodzi: mianowicie ostatecznym zamknięciem cyklu przemian beztlenowych jest wytworzenie błony lipoidalnej oraz periwitelinu. O ile konieczność istnienia błony nieprzepuszczalnej rozumiemy ze względu na zasadniczą zmianę warunków, jakiej podlega jajko po wydaleniu go z gospodarza, o tyle rola periwitelinu jest dla nas niejasna.

Jest rzeczą ważną, że *Ascaris* w ciągu swego życia jeszcze poraz drugi ulega tak zasadniczemu przekształceniu (tym razem w odwrotnym kierunku), gdy z organizmu par excellence oksybiotycznego, jakim jest w czasie rozwoju embrjonalnego, przekształca się ponownie w organizm beztlenowy, żyjący, jako zwierzę dorosłe, w jelicie gospodarza. Interesującą jest ta ogromna skala przystosowawcza rozwoju i życia do zmiennych warunków otoczenia.

## 6. Zmiany chemiczne, zachodzące w jajach w czasie dojrzewania.

W celu zapoznania się ze zjawiskami chemicznymi, zachodzącymi w czasie dojrzewania, wykonałam szereg analiz chemicznych, dotyczących składników organicznych jaja.

### A. Przemiana glikogenowa.

Badania, dotyczące występowania oraz przemiany glikogenu w jaju *Ascaris* znajdujemy głównie u Kemnitza ('12) i Fauré-Fremiet ('13). Wyniki Kemnitza, osiągnięte metodą mikroskopową, wykazały, że oocyt zawiera olbrzymie ilości gliko-

<sup>1)</sup> Cyt. według Fauré-Fremiet ('13).



TABELA IX.

Dojrzewanie. Stadjum po wydzieleniu pierwszego ciarka kierukowego.  
*Maturation. Stade après l'élimination du premier globe polaire.*

№ porządkowa № d'ordre de l'expérience	Atmosfera wodoru <i>Atmosphère d'hydrogène</i>  Stadjum rozwojowe po 3-ch dniach doświadczenia <i>Stade du développement après trois jours d'experimentation</i>	Atmosfera tlenu wzgl. wodoru <i>Atmosphère d'oxygène ou d'air</i>  Stadjum rozwojowe po 3-ch dniach doświadczenia <i>Stade du développement après trois jours d'experimentation</i>
I	+ 50% jaj wydzieliło błonę wewnętrzną, II ciarko kierunkowe, periwitelin, czyli osiągnęło całkowitą dojrzałość.	+ 90% jaj osiągnęło całkowitą dojrzałość. + Niektóre bruzdują.
Ia	+ 50% d'oeufs ont formé la membrane interne, le perivitellin ont atteint la maturité.	+ 90% d'oeufs ont atteint la maturité. + Certains oeufs en segmentation.
VII	+ 75% jaj wydzieliło błonę wewnętrzną. Redukcja objętości komórki jajowej nieznaczna.	+ 85% jaj osiągnęło całkowitą dojrzałość.
VIII	+ 75% d'oeufs ont formé la membrane interne. Diminution du volume de la cellule ovulaire peu considérable.	+ 85% d'oeufs ont atteint la maturité.
VIII	+ 80% jaj osiągnęło całkowitą dojrzałość.	+ 65% jaj osiągnęło całkowitą dojrzałość.
IX	+ 80% d'oeufs ont atteint la maturité.	+ 65% d'oeufs ont atteint la maturité.
IX	+ 20% jaj wydzieliło błonę wewnętrzną, periwitelin. Redukcja objętości komórki jajowej znaczna.	+ 20% jaj wydzieliło błonę wewnętrzną. Periwitelin mały. Redukcja objętości komórki jajowej znaczna.
IX	+ 95% jaj wydzieliło błonę wewnętrzną. Periwitelin mały. Redukcja objętości komórki jajowej znaczna.	+ 20% d'oeufs ont formé la membrane. Perivitellin petit. Diminution du volume de la cellule ovulaire considérable.
X	+ 95% d'oeufs ont formé la membrane interne. Perivitellin petit. Diminution du volume considérable.	+ 90% jaj wydzieliło błonę wewnętrzną. Redukcja objętości komórki jajowej nieznaczna.
X	+ 20% jaj wydzieliło błonę wewnętrzną, Periwitelin mały. Redukcja objętości znaczna.	+ 90% d'oeufs ont formé la membrane interne. Diminution du volume de la cellule ovulaire peu considérable.
XI	+ 20% d'oeufs ont formé la membrane interne. Perivitellin petit. Diminution du volume considérable.	+ 20% jaj wydzieliło błonę wewnętrzną. Periwitelin mały. Redukcja objętości komórki jajowej znaczna.
XI	+ 8% jaj osiągnęło całkowitą dojrzałość.	+ 20% d'oeufs ont formé la membrane interne. Perivitellin petit. Diminution du volume de la cellule ovulaire considérable.
XI	+ 8% d'oeufs ont atteint la maturité.	+ 80% jaj osiągnęło całkowitą dojrzałość.

geny; po wnikięciu plemnika autor obserwował rozpad glikogenu, zachodzący dokoła t. zw. „Glanzkörper“. To samo stwierdza Fauré-Fremiet, a prócz tego podaje wyniki ilościowych badań nad zawartością glikogenu przed i po zapłodnieniu. Odnośnie odcinków jajowodów, zawierających jaja przed zapłod-

TABELA X.

Wpływ środowiska gazowego na rozwój jaj *Ascaris*.

*L'influence du milieu gazeux sur le développement d'oeufs d'Ascaris.*

Czas działania środowiska gazowego  <i>Durée de l'action du milieu gazeux</i>	Liczba jaj bruzdkujących w % <i>Nombre d'oeufs segmentés en %</i>		
	Powietrze <i>Air</i>	Tlen <i>Oxygène</i>	Wodór <i>Hydrogène</i>
3h. 0'	0	0	0
3h. 30'	2	0	0
4h. 0'	60	26	0
4h. 30'	92	76	0
5h. 0'	96	85	0
5h. 30'	97	92	0
6h. 0'	100	95	0
6h. 30'	100	96	0
7h. 0'	100	100	0

nieniem, podaje dla glikogenu wartość średnią 21% w obliczeniu na substancję suchą, dla jaj zapłodnionych 4·67%, czyli strata w glikogenie wynosi 16·33% w obliczeniu na masę suchą. Liczby te jednak nie charakteryzują dostatecznie przemian glikogenu w okresie dojrzewania, gdyż nie są one odniesione do ściśle określonego stadjum; ponadto z powodu brania przez autora całych odcinków jajowodów dołączał się nabłonek z „zona germinativa“ o nieznanym bliżej składzie chemicznym.

Moje analizy zostały przeprowadzone na jajach uwolnionych z jajowodów i znajdujących się w ściśle określonych stadiach dojrzewania, dzięki czemu wyniki pozwalają scharakteryzować zachowanie się glikogenu nie tylko w okresie tworzenia się błony chitynowej, lecz również i w dalszych okresach dojrzewania. Zawartość glikogenu w trzech stadiach dojrzewania ilustruje tabela XI.



Rozpatrując poszczególne serje doświadczeń, widzimy duże różnice w wynikach. Przyczyną tych niezgodności mogą być, poza różnicami indywidualnymi, niedokładności wynikające z niejednakowego odwirowywania się, lub z niedokładnego roztarcia jaj, branych do analizy.

Z wyników sześciu doświadczeń otrzymujemy średnią wartość dla glikogenu w odniesieniu do  $1\text{cm}^3$  jaj odwirowanych. Dla

TABELA XI.

Zawartość glikogenu w trzech stadiach dojrzewania jaj.  
*Teneur en glycogène durant les trois stades de maturation.*

№ porządkowy analizy N° d'ordre de l'analyse	Oocyt w momencie zapłodnienia		Po wydzieleniu pierwszego ciała kierunkowego		Po wydzieleniu drugiego ciała kierunkowego	
	<i>Oocyte au moment de la fécondation</i>		<i>Après l'élimination du premier globule polaire</i>		<i>Après l'élimination du second globule polaire</i>	
	Objętość jaj analizowanych <i>Volume des oeufs analysés</i>	Zawartość glikogenu w $1\text{cm}^3$ jaj <i>Teneur en glycogène dans <math>1\text{cm}^3</math> des oeufs</i>	Objętość jaj analizowanych <i>Volume des oeufs analysés</i>	Zawartość glikogenu w $1\text{cm}^3$ jaj <i>Teneur en glycogène dans <math>1\text{cm}^3</math> des oeufs</i>	Objętość jaj analizowanych <i>Volume des oeufs analysés</i>	Zawartość glikogenu w $1\text{cm}^3$ jaj <i>Teneur en glycogène dans <math>1\text{cm}^3</math> des oeufs</i>
	$\text{cm}^3$	mg	$\text{cm}^3$	mg	$\text{cm}^3$	mg
I	0·65	36·40	1·10	6·75	0·75	5·80
II	1·73	61·60	1·57	—	1·50	6·87
III	0·90	62·30	1·15	16·12	1·65	7·58
IV	1·10	39·60	1·20	27·80	1·00	12·90
V	0·60	37·08	0·70	24·50	2·00	3·94
VI	1·00	53·76	1·90	25·49	1·00	9·27
	Średnio: <i>Moyenne:</i>	<b>48·46</b>		<b>20·13</b>		<b>7·56</b>

oocytów w momencie zapłodnienia wynosi ona 48·46 mg, dla jaj po wydzieleniu pierwszego ciała kierunkowego i wytworzeniu otoczki chitynowej — 20·13 mg, co stanowi 42% początkowej ilości. Jajko dojrzałe zawiera już tylko 7·56 mg, czyli 15·6% zawartości glikogenu w oocycie. To stopniowe znikanie glikogenu dowodzi, iż przemiany w węglowodanach zachodzą w ciągu całego okresu dojrzewania. Scharakteryzujemy je bliżej, uwzględniając tworzenie się chityny.

Na podstawie wzoru dla syntezy, podanego przez Araki-Löwy'ego<sup>1)</sup>, a który jest odwrotnością hidrolizy:

<sup>1)</sup> patrz Brach ('12).

$4 C_6H_{10}O_5 + 4 NH_3 + 4 CH_3 COOH - 7 H_2O \rightleftharpoons C_{32}H_{54}N_4O_{21}$   
 obliczamy, że na 1 g powstającej chityny wiąże się 0·7807 g glikogenu i 0·0674 g azotu; możemy więc obliczyć, jaka ilość glikogenu, znikającego w pierwszym okresie dojrzewania, zużywa się na budowę otoczki chitynowej. W celu przeprowadzenia tych obliczeń oznaczyłam ilość chityny (z ilości znalezionej w niej azotu), jaka powstała w okresie dojrzewania. Wyniki znajdują się w tabeli XII.

TABELA XII.

Zawartość chityny w 3-ch stadjach dojrzewania jaj.

*Teneur en chitine durant les trois stades de maturation d'oeufs.*

№ porządkowy analizy № d'ordre de l'analyse	W 1 cm <sup>3</sup> jaj odwirowanych Dans 1 cm <sup>3</sup> d'oeufs centrifugés					
	Oocyt w momencie zapłodnienia Oocyte au moment de la fécondation		Po wydzieleniu pierwszego ciała kierunkowego Après l'élimination du premier globule polaire		Po wydzieleniu drugiego ciała kierunkowego Après l'élimination du second globule polaire	
	Ilość azotu w chitynie Quantité d'azote dans la chitine	Ilość chityny Quantité de la chitine	Ilość azotu w chitynie Quantité d'azote dans la chitine	Ilość chityny Quantité de la chitine	Ilość azotu w chitynie Quantité d'azote dans la chitine	Ilość chityny Quantité de la chitine
	mg	mg	mg	mg	mg	mg
I	0·581	8·62	2·06	30·56	2·16	32·04
II	0·840	12·46	2·29	33·97	2·17	32·20
III	1·330	19·73	2·39	35·46	2·27	33·67
IV	1·270	18·84	2·00	29·46	3·00	44·51
V	1·600	23·59	2·70	40·06	2·12	31·45
	Średnio: Moyenne:	<b>16·65</b>		<b>33·94</b>		<b>35·07</b>

Jak wynika z tej tabeli, w okresie do wydzielenia pierwszego ciała kierunkowego przyrost chityny wynosi 17·29 mg wobec ubytku glikogenu, wynoszącego 28·23 mg (tab. XI). Na wytworzenie 17·29 mg chityny zużywa się 13·50 mg glikogenu, a zatem część tylko utraconego w tym czasie glikogenu (47%) przekształca się w glukozaminę otoczki chitynowej, reszta zaś (53%) zamienia się w inne substancje chemiczne. Wyniki moje zgadzają się z danymi Fauré-Fremiet (13) dla obliczeń chityny.



W następnym okresie, gdy przez wydzielenie błony wewnętrznej jajko staje się układem nieprzepuszczalnym dla wody i związków w niej rozpuszczonych, rozpad glikogenu odbywa się w dalszym ciągu (tab. XI), a ponieważ w tym czasie zawartość chityny w jajku nie zwiększa się, więc całą ilość glikogenu, która znika w okresie po wydzieleniu pierwszego ciała kierunkowego, przypisujemy tym nieznanym procesom rozpadowym.

Reasumując otrzymane wyniki, możemy wyciągnąć następujące wnioski: zawartość glikogenu zmniejsza się w miarę dojrzewania jaja: po wydzieleniu pierwszego ciała kierunkowego ilość jego spada do 42% początkowej wartości, w jajku dojrzałym — do 16%. Z 58% glikogenu utraconego w pierwszym okresie dojrzewania 47% odtwarza się w postaci glukozaminy otoczki chitynowej, 53% — ulega procesom rozpadowym.

Zestawienie dla zawartości chityny (tab. XII) wskazuje, że procesy syntetyczne, których rezultatem jest powstawanie otoczki chitynowej, kończą się z wydzieleniem pierwszego ciała kierunkowego (por. z wynikami, otrzymanymi z pomiarów jaja tab. I), pomimo to rozpad glikogenu zachodzi w dalszym ciągu. Ponieważ w tymże czasie powstaje nieprzepuszczalna otoczka lipidalna, zachodzi więc pytanie, czy produkty przemian węglowodanowych gromadzą się w jajku, czy też są wydalane nazewnątrz w postaci produktów gazowych i, ewentualnie, lotnych kwasów tłuszczowych. Żeby rzucić nieco światła na tę kwestję, należało zbadać przemianę tłuszczową.

### B. Przemiana tłuszczowa.

Badań, dotyczących ilościowej przemiany tłuszczowej w jajach *Ascaris* nie mamy w literaturze zupełnie; oznaczano jedynie ilość tłuszczów w całym organizmie zwierzęcia oraz jakościowo lotne kwasy tłuszczowe (Schimmelpfennig '03, Flury '12, Weinland '01). Badania Flury'ego dowodzą, że największa ilość tłuszczów zawarta jest w organach rozrodczych. Podane niżej zestawienie tego autora ilustruje te stosunki:

	Zawartość tłuszczów: w substancji suchej	w świeżej
Całkowita ilość tłuszczów . . . . .	10·88%	1·630%
Nielotne substancje tłuszczowe . . . . .	7·00	1·319
Lotne tłuszcze i inne lotne substancje . . . . .	3·88	0·311
Zawartość tłuszczów w jajnikach . . . . .	24·20	6·350

Oprócz zapasów glikogenu rosnące jajko jest w możności gromadzenia również i tłuszczów. Pierwsze kroki w kierunku zbadania jajka pod względem występowania lipidów zrobił Kemnitz ('12), lecz stosowana przezeń metoda nie pozwoliła na wykrycie tłuszczów w dojrzewającym jaju wskutek przeładowania go glikogenem. W pracy Fauré-Fremiet ('13) znajdujemy następujące dane w tej kwestji: autor stwierdza, że najbardziej obfitują w tłuszcze obojętne oogonje; w okresie przekształcania się ich w oocyty ilość tłuszczów znacznie się zmniejsza. Dopiero podczas wydzielania błony lipoidalnej zjawiają się w komórce jajowej tłuszcze obojętne w znacznej ilości.

W doświadczeniach moich oznaczenia kwasów tłuszczowych wyższych wykonane w próbkach po glikogenie nie dały wyraźnych wyników. Rezultaty, odnoszące się do kwasów lotnych podają w tab. XIII.

TABELA XIII.

Zawartość kwasów tłuszczowych w dwu stadiach dojrzewania jaj.  
*Teneur en acides gras durant deux stades de maturation des oeufs.*

Stadium <i>Stade</i>	№ analizy <i>№ de l'analyse</i>	Objętość jaj analizowanych <i>Volume des d'oeufs analysés</i>	w 1 cm <sup>3</sup> jaj odwirowanych <i>dans 1 cm<sup>3</sup> d'oeufs centrifugés</i>		
			Lotne kwasy tłuszczowe <i>Acides gras volatils</i>	Wyższe kwasy tłuszczowe po oddestylowaniu lotnych <i>Acides gras non volatils</i>	Całkowita ilość kwasów tłuszczowych <i>Quantité total des acides gras</i>
			mg	mg	mg
Po zapłodnieniu <i>Après la fécondation</i>	I	4.9	6.17	4.82	10.99
	II	5.9	5.55	4.07	9.62
	III	3.7	5.16	6.60	11.76
	IV	2.0	1.32	5.54	6.86
			<b>4.55</b>	<b>5.26</b>	<b>9.81</b>
Po wydzieleniu drugiego ciała kierunkowego <i>Après l'élimination du second globule polaire</i>	I	4.10	4.38	3.68	8.06
	II	5.40	4.00	2.44	6.44
	III	3.70	1.26	4.86	6.12
	IV	4.20	4.09	3.45	8.53
			<b>3.43</b>	<b>3.61</b>	<b>7.04</b>

Jak widać z przytoczonych liczb, poszczególne serje wykazują dużą rozbieżność: np. doświadczenie IV-te daje nam zbyt małą wartość dla kwasów lotnych w jajach przed wydzieleniem



pierwszego ciała kierunkowego, wskutek czego kierunkowość zmian w tem doświadczeniu jest odwrotna, niż w pozostałych. Wskazuje to na niedokładność metody, zwłaszcza—przy oznaczaniu kwasów w małych ilościach jaj.

Naogół można powiedzieć, że ilość kwasów tłuszczowych, zarówno lotnych, jak i nielotnych, zmniejsza się w miarę dojrzewania jaja. Istotnie, gdy ilość kwasów tłuszczowych lotnych w jajach zapłodnionych przed wydzieleniem pierwszego ciała kierunkowego wynosi średnio 4·55 mg w 1cm<sup>3</sup> jaj, to po wydzieleniu drugiego ciała kierunkowego zawartość ich spada do 3·42 mg, co stanowi 75% ilości pierwotnej. Dla kwasów wyższych stwierdzamy wartość zbliżoną, równą 70%. Całkowita zawartość kwasów tłuszczowych zmniejsza się w tych dwu stadiach dojrzewania o 28%.

Kemnitz ('12) i Fauré-Fremiet ('13) wyrażają przypuszczenie, że pomiędzy przemianą tłuszczową a węglowodanową istnieje niewątpliwy związek, ponieważ tam, gdzie pojawia się glikogen, tłuszcze znikają: oogonje zawierają dużo tłuszczów, mało glikogenu, podczas gdy w oocycie stosunek jest odwrotny. Na czem ten związek polega, autorowie ci bliżej nie wyjaśniają.

Na podstawie naszych doświadczeń związku takiego stwierdzić nie możemy, gdyż zarówno tłuszcze jak i glikogen znikają w miarę dojrzewania; a zatem obydwie te związki odgrywają rolę substancyj zapasowych, których przekształcenia związane są z przemianami strukturalnymi i energetycznymi dojrzewającego jaja.

### C. Przemiana azotowa.

W celu zapoznania się z charakterem przemian azotowych w okresie dojrzewania jaja *Ascaris* wykonałam dwie analizy na zawartość azotu. Jaja zapłodnione przed wydzieleniem pierwszego ciała kierunkowego zawierają średnio 8·82 mg, po wydzieleniu drugiego ciała kierunkowego 9·00 mg w 1cm<sup>3</sup> jaj analizowanych. Z przytoczonych liczb wynika, że ilość azotu zawartego w jaju nie ulega zmianie w okresie dojrzewania. (Tab. XIV).

Ponadto analizy chityny wykazały, że ilość azotu, zawartego w otoczce chitynowej dojrzałego jajka, wynosi 2·344 mg w odniesieniu do 1cm<sup>3</sup> jaj.

Zestawienie azotu całkowitego z azotem chitynowym wskazuje, że poza przemianami w węglowodanach i tłuszczach zachodzą również intensywne przekształcenia w substancjach azotowych. Na budowę otoczki chitynowej zużywa się 26% azotu całkowitego, który pod postacią amoniaku bierze udział w syntezie chityny.

TABELA XIV.

Zawartość azotu w dwu stadiach dojrzewania jaj.

*Teneur en azote durant deux stades de maturation des oeufs.*

№ analizy N° de l'analyse	Po zapłodnieniu <i>Après la fécondation</i>			Po wydzieleniu drugiego ciała kierun- <i>Après l'élimination du second globe polaire</i>		
	Objętość jaj anali- zowanych <i>Volume des oeufs analysés</i>	Całkowi- ta ilość azotu <i>Quantité totale d'azote</i>	Zawartość azotu w 1 cm <sup>3</sup> jaj <i>Teneur en azote dans 1cm<sup>3</sup> d'oeufs analysés</i>	Objętość jaj anali- zowanych <i>Volume des oeufs analysés</i>	Całkowi- ta ilość azotu <i>Quantité totale d'azote</i>	Zawartość azotu w 1 cm <sup>3</sup> jaj <i>Teneur en azote dans 1cm<sup>3</sup> d'oeufs analysés</i>
	cm <sup>3</sup>	mg	mg	cm <sup>3</sup>	mg	mg
I	1.35	10.55	7.81	0.65	5.30	8.10
II	3.50	34.45	9.84	8.00	79.20	9.90
			8.82			9.00

### 7. Wnioski ogólne.

Z doświadczeń powyższych wynika, że dojrzewanie jaja *Ascaris megalcephala* jest niezależne od obecności wolnego tlenu w otoczeniu. Zjawisko to nie należy do odosobnionych w świecie zwierzęcym, gdyż jak wiadomo z badań nad płazami, w jajowodach tych zwierząt, gdzie odbywa się dojrzewanie jaj, ciśnienie cząstkowe tlenu jest znikomo małe, gromadzą się natomiast duże ilości dwutlenku węglowego (Białaszewicz i Błądowski '15). Pozatem prace nad rozwojem jaj żabich wykazały, że wczesne stadia rozwojowe (do blastuli włącznie) mogą przebiegać w atmosferze beztlenowej (Godlewski '00, Parnas i Krasińska '21). Białaszewicz i Błądowski ('15) stwierdzają, że zapotrzebowanie tlenu przez niezapłodnione jaja żabie jest bardzo niewielkie, że szybkość pobierania tego gazu w pierwszych stadiach rozwojowych tylko nieznacznie się powiększa, a dopiero w miarę postępowania rozwoju wzrasta intensywność procesów oksydacyjnych. Mamy tu do czynienia ze stopniową zmianą charakteru procesów metabolicznych, która



u *Ascaris* zachodzi w okresie dojrzewania w sposób bardziej nagły, niż to ma miejsce u płazów.

Wobec rozbieżności wyników i poglądów w sprawie anoksybiozy *Ascaris* pozostaje do omówienia kwestja stosunku charakteru zjawisk dojrzewania do charakteru zjawisk, odbywających się w organizmie jako całości odnośnie zapotrzebowania tlenu.

Według Weinlanda i innych *Ascaris* należy do typu organizmów o beztlenowej przemianie materji. Slater natomiast stwierdza, że metabolizm mięśniowy odbywa się wyłącznie w obecności wolnego tlenu, w przeciwnym razie zwierzę zwalnia swoje ruchy i ginie.

Co się tyczy moich doświadczeń, to wykazały one, że dojrzewające jajko jest anoksybiontem fakultatywnym. Nie przemawia to jednak bezpośrednio za żadnym z tych poglądów; dowodzi jedynie, że dojrzewanie jaja, bez względu na to, czy *Ascaris* żyje oksy- czy anoksybiotycznie, jest uniezależnione od obecności wolnego tlenu.

W związku z tem jeden fakt z doświadczeń Slatera zasługuje na uwagę, mianowicie, że w przypadku, gdy *Ascaris* były poddane atmosferze wodoru, przeniesienie zwierząt do świeżego roztworu wpływało znacznie na ożywienie ich ruchów. Nasuwa to przypuszczenie, że czynnikiem hamującym ruchy zwierzęcia jest nagromadzenie produktów rozpadu w środowisku. Wprawdzie w doświadczeniach z tlenem zjawiska tego nie obserwujemy, możnaby jednak przypuścić, że dopływ tlenu zzewnątrz działa na zatruwające organizm związki, utleniając je i w ten sposób usuwając szkodliwość ich wpływu.

#### Streszczenie wyników.

Okres dojrzewania jaja *Ascaris megalocephala* charakteryzują następujące zmiany:

1-o. Objętość jaja jako układu (komórka jajowa wraz z otoczkami) nie ulega zmianie, natomiast wielkość komórki jajowej ulega znacznej redukcji, stanowiąc po wydzieleniu pierwszego ciała kierunkowego 48%, zaś po wydzieleniu drugiego tylko 20% objętości oocytu.

2-o. Błona, otaczająca jajko niezapłodnione, wykazuje tylko nieznaczną elastyczność (powiększenie objętości w roztworach

hipotonicznych nie przekracza kilku procentów), zaś otoczka chitynowa, nawet przy nieznacznej grubości, nie poddaje się wpływowi cieczy hipertonicznych.

3-o. Zarówno błona oocytu, jak i otoczka chitynowa należą do typu błon przepuszczalnych dla wody i rozpuszczonych w niej soli. Błona lipoidalna jest zupełnie dla tych ciał nieprzepuszczalna.

4-o. W czasie dojrzewania jaja zachodzi nieznaczna zwyżka ciśnienia osmotycznego, mianowicie: gdy dla płynów, plazmoliżujących oocyt,  $\Delta = 0 \cdot 599^{\circ}$ , to dla jaja wkrótce po zapłodnieniu wynosi  $0 \cdot 529^{\circ}$ , zaś po wydzieleniu pierwszego ciała kierunkowego jest równa  $0 \cdot 638^{\circ}$ .

5-o. Stosunek katjonów w cieczy coelomatycznej *Ascaris* jest naogół zbliżony do stosunku katjonów w surowicy innych zwierząt. Skład mineralny cieczy coelomatycznej jest następująca: 100cm<sup>3</sup> cieczy zawiera średnio 255·9 mg sodu, 46·7 mg potasu, 6·3 mg wapnia i 13·6 mg fosforu.

6-o. Procesy dojrzewania mogą zachodzić zarówno w tlenie jak i w jego nieobecności, z czego wynika, że dojrzewające jajo jest anoksybiontem fakultatywnym. Dopiero po wydzieleniu drugiego ciała kierunkowego staje się ono organizmem bezwzględnie oksybiotycznym.

7-o. Przekształcenia chemiczne w okresie dojrzewania odbywają się głównie w obrębie glikogenu, w mniejszym stopniu — tłuszczów i substancyj azotowych.

8-o. Zawartość glikogenu zmniejsza się w miarę dojrzewania jaja: ilość glikogenu w odniesieniu do 1cm<sup>3</sup> jaj wynosi: dla oocytu średnio 48·46 mg, w jajach po wydzieleniu pierwszego ciała kierunkowego tylko 20·13 mg., co stanowi 42% początkowej ilości. W tym czasie przyrost chityny wynosi odpowiednio, 17·29 mg, na których wytworzenie zużywa się 13·50 mg glikogenu, wobec czego z 58% utraconego w tym okresie glikogenu 47% odnajdujemy w glukozaminie otoczki chitynowej, zaś 53% ulega nieznanym procesom rozpadowym. Po wydzieleniu drugiego ciała kierunkowego rozpad glikogenu odbywa się w dalszym ciągu: 1cm<sup>3</sup> dojrzałych jaj zawiera tylko 7·56 mg, co stanowi 16% zawartości glikogenu w oocyte.

9-o. Zawartość kwasów tłuszczowych w dwu stadiach dojrzewania przedstawia się jak następuje: 1cm<sup>3</sup> jaj zapłodnionych



(przed wydzieleniem pierwszego ciała kierunkowego) zawiera średnio 4·55 mg kwasów lotnych i 5·20 mg nielotnych; zaś w jajach dojrzałych — 3·43 mg lotnych i 3·61 mg nielotnych, z czego wynika, że ilość kwasów tłuszczowych lotnych zmniejsza się o 25%, nielotnych — o 20%.

10-o. Przekształcenia w substancjach azotowych związane są z syntezą chityny: 26% azotu całkowitego zużywa się na wytworzenie otoczki chitynowej. Całkowita zawartość azotu nie ulega zmianie: jajko zapłodnione przed wydzieleniem pierwszego ciała kierunkowego zawiera 8·82 mg, zaś jajko dojrzałe 9·00 mg w odniesieniu do 1 cm<sup>3</sup> jaj.

---

## PIŚMIENNICTWO.

- Bunge G. 1884. Über die Sauerstoffbedürfniss der Darmparasiten. Zeitschr. f. physiol. Chemie. **8** (48).
- 1890. Weitere Untersuchungen über die Atmung der Würmer. Zeitschr. f. physiol. Chemie. **14** (318).
- Backman und Runnström 1909. Physikalisch-chemische Faktoren bei der Embryonalentwicklung. Bioch. Zeitschr. **22** (290).
- 1912. Der osmotische Druck während der Embryonalentwicklung von *Rana temporaria*. Arch. f. die ges. Physiol. **144** (287).
- Backman und Sundberg. 1912. Der osmotische Druck bei *Rana temporaria* während der Entwicklung nach dem Ausschlüpfen der Embryonen. Arch. f. d. ges. Physiol. **146** (212)).
- Backman L. 1911. Der osmotische Druck bei einigen Wasserkäfer. Zentrbl. f. Physiol. **25** (779).
- 1911. Über den osmotischen Druck der Libellen während ihrer Larven — und Imagostadien. Zentrbl. f. Phys. **25** (385).
- 1912. Die Einwirkung der Befruchtung auf den osmotischen Druck der Eier von *Bufo vulgaris* und *Triton cristatus*. Arch. f. die ges. Physiol. **148** (141).
- Białaszewicz K. 1912. Untersuchungen über die osmotischen Verhältnisse bei der Entwicklung der Frosch- und Hühnerembryonen. Bull. Intern. de l'Acad. des Sc. de Cracovie.
- 1912. Über das Verhalten des osmotischen Druckes während der Entwicklung der Wirbelembryonen. Teil I u. II. Versuche an Hühner- und Froschembryonen. Arch. f. Entw. Mech. d. Organ. **34** (489).
- 1908. Beiträge zur Kenntnis der Wachstumvorgänge bei Amphibienembryonen. Bull. Intern. de l'Acad. de Sc. de Cracovie.
- Białaszewicz i Błędowski 1915. Wpływ zapłodnienia na oddychanie jaj. Prace Zakładu Fizjologii T. N. W. 1913—1919. (The influence of fertilization on the respiration of eggs). Travaux du Laboratoire de Phys. de la Soc. de Sc. de Varsovie 1913—1919.
- Bataillon E. 1901. La pression osmotique et les grandes problèmes de la Biologie. Arch. f. Entw. Mech. **11** (149).
- 1910. Contribution à l'analyse expérimentale des phénomènes caryocinétiques chez *l'Ascaris megalocephala*. Arch. f. Entw. Mech. **30** (24).
- Bottazzi 1908. Osmotischer Druck und elektrische Leitfähigkeit der Flüssigkeiten der einzelligen, pflanzlichen und tierischen Organismen. Ergeb. d. Phys. **7**.
- Briggs A. 1922. A modification on the Bell-Doisy phosphate method. Journ. of biol. Chemistry. **53** (13).
- 1923. A study of the inorganic elements of blood plasma. Journ. of biol. Chemistry. **57** (351).



- Brach. H. 1912. Untersuchungen über den chemischen Aufbau des Chitins. *Bioch. Zeitschr.* **38** (468).
- Flury T. 1912. Zur Chemie und Toxikologie der Ascariden. *Arch. f. experim. Pathol. u. Pharmak.* **67** (275).
- Fauré-Fremiet 1913. Le cycle germinatif chez l'*Ascaris megalocephala*. *Arch. d'Anat. microsc.* **15**.
- Fischer A. 1924. Über den Kohlenhydratstoffwechsel von *Ascaris megalocephala*. *Bioch. Zeitschr.* **144** (224).
- Godlewski E. (jun.) 1901. Die Einwirkung des Sauerstoffes auf die Entwicklung von *Rana temporaria* und Versuch der quantitativen Bestimmung des Gaswechsels in den ersten Entwicklungsstadien. *Arch. f. Ent. Mech. d. Organ.* **11** (585).
- Kemnitz G. 1912. Die Morphologie des Stoffwechsels bei *Ascaris lumbricoides*. *Arch. f. Zellforschung* **7** (463).
- Krummacker O. 1916. Untersuchungen über die Wärmeentwicklung der Spulwürmer. *Zeitschr. f. Biol.* **69**.
- Kramer B. a. Tisdall F. 1921. A simple method for the direct quantitative determination of sodium in small amounts of serum. *Journ. of biol. Chem.* **46** (407).
- 1921. A clinical method for the quantitative determination of potassium in small amounts of serum. *Journ. of biol. Chem.* **46** (339).
- Lesser E. J. 1909. Das Leben ohne Sauerstoff. *Ergebn. Physiol.* **8**.
- Przyłęcki St. 1917. Spadek ciśnienia osmotycznego i rola periwitellinu w jajach płazów. *Prace Zakładu Fizjol.* T. N. W. 1913—1919. (La diminution de la pression osmotique et le rôle de liquide périovitellin dans les oeufs d'Amphibiens. *Travaux du Laboratoire de Physiol. de la Soc. de Sc. Varsovie* 1913—1919.)
- 1917. Warunki powstawania periwitellinu w jajach niezapłodnionych żaby płowej (*Rana temporaria*). Sprawozd. z posiedzeń T. N. W. **10** (752). Les conditions de la formation du perivitellin dans les oeufs vierges de *Rana temporaria*. *Compt. Rend. de la Soc. de Sc. de Varsovie.* **10** (752).
- 1918. O sposobie ilościowego oznaczania glikogenu w drobnych ilościach tkanki. Sprawozd. z posiedzeń T. N. W. **11** (773). Une methode quantitative pour déterminer le glycogène dans les petites quantités de tissus. *Compt. Rend. de la Soc. de Sc. de Varsovie.* **11** (773).
- 1921. Zmiany ciśnienia osmotycznego w czasie rozwoju zapłodnionych jaj rozwielitek. *Prace Inst. im. Nenckiego* **1**, № 10. Recherches sur la pression osmotique chez les embryons de Cladocères, provenant des oeufs fécondés. *Travaux de l'Inst. M. Nencki* **1**, № 10.
- 1921. Zmiany ciśnienia osmotycznego w czasie rozwoju dzieworodnego zarodków rozwielitek (Cladocera). *Prace Inst. im. Nenckiego* **1**, № 4. Recherches sur la pression osmotique chez les embryons de Cladocères, provenant des oeufs parthenogénétiques. *Travaux de l'Inst. M. Nencki.* **1**, № 4.

- Parnas J u. Krasinska Z. 1921. Über den Stoffwechsel der Amphibienlarven. Bioch. Zeitschr. **116** (108).
- Schimmelpfennig 1903. Über *Ascaris megaloccephala*. Beiträge zur Biologie und physiologische Chemie derselben. Arch. f. wissensch. u. prakt. Tierheilkunde **29** (332).
- Schulte H. 1916. Versuche über Stoffwechselvorgänge bei *Ascaris lumbricoides*. Arch. f. die ges. Physiol. **166** (1).
- Slater W. K. 1925. The nature of the metabolic process in *Ascaris lumbricoides*. Biochemical Journal. **19** (604).
- Schappfer 1924. La perméabilité et l'osmose chez les parasites intestinaux (Nématodes: *Ascaris*). Verhandl. der schweiz. Naturforsch. Gesellschaft 105. Jahresvers. vom 1 bis 4. Lucern.
- Weinland E. 1901. Über Kohlenhydraterzsetzung ohne Sauerstoffaufnahme bei *Ascaris*, ein tierischen Gärungsprocess. Zeitschr. f. Biol. **42** (55).
- 1902. Über ausgepresste Extrakte von *Ascaris lumbricoides* und ihre Wirkung. Zeitschr. f. Biol. **43** (86).
- 1906. Über die Stoffumsetzung während der Metamorphose der Fleischfliege (*Calliphora vomitoria*). Zeitschr. f. Biol. **47** (186).
- Weinland u. A. Ritter. 1902. Über die Bildung von Glykogen aus Kohlenhydraten bei *Ascaris*. Zeitschr. f. Biol. **43** (490).
- Waard D. J. 1919. Eine Mikrobestimmung des Calcium in Blut, Serum und anderen organischen Substanzen. Bioch. Zeitschr. **97** (186).
- Zavadovsky M. 1916. Le développement des oeufs d'*Ascaris megaloccephala* dans un milieu putréfié. Compt. Rend. Soc. Biol. **79** (798).
- Rôle de l'oxygène dans les processus de segmentation des oeufs de l'*Ascaris megaloccephala*. Compt. Rend. Soc. Biol. **79** (595).



PRACE INSTYTUTU im. NENCKIEGO.  
TRAVAUX DE L'INSTITUT NENCKI.

Tom IV, zesz. 1.

*Laboratoire de Biologie Générale.*

ROMUALD MINKIEWICZ.

Doświadczenie wzrokowe płazów. I. Wstęp ogólny.  
*L'expérience optique des Batraciens. I. Introduction générale.*

Rzecz zgłoszona dn. 22. XII. 1926.

1. L'expérience optique des Batraciens en ce qui concerne leurs relations avec des objets individualisés n'a pas encore été traitée par voie expérimentale, même dans son domaine chromatique (les travaux de V. Graber, Ellen Torrelle, R. M. Yerkes et H. Laurens s'occupant tous de la lumière chromatique incidente ou du milieu chromatique et non pas de la couleur des objets individualisés).

La présente série des travaux, exécutés dans mon laboratoire (dès son ouverture effective en 1919) et dont la publication succédané, s'ouvrant par cette esquisse d'introduction générale, ne va plus tarder, — vise spécialement le monde optique individualisé des Batraciens, en tant qu'il nous soit accessible par des expériences éthologiques.

2. Notre point de vue méthodologique général (= gnoséologique) n'a pas changé depuis la publication en polonais ('06—'08) et en allemand ('09) de notre „Analyse de l'instinct par méthode objective“ où il a été suffisamment développé en ce qui touche au problème de l'inconscient et du conscient animal. Nous n'y avons rien à reprendre.

La méthode concrète, adoptée dans nos travaux actuels, est une méthode de la „série simultanée,“ avec l'invocateur com-

me un des chaînons de la série. En l'espèce, c'est une méthode du couple fixe des figures en bristol. C'est un insecte (*Phyllodromia germanica*) ou rarement un ver de terre qui nous servent d'invocateur de l'habitude, ayant été constamment attachés à l'un des objets de la série (dit „fondamental“ ou positif +). Les détails techniques de la méthode sont suffisamment décrits dans la première partie de mes „Recherches sur la formation des habitudes chez les poissons“ (13, section 6, pp. 49—52, fig. 7—16). Nous n'y entrerons donc pas, les quelques figures que nous insérons dans le texte polonais (fig. 1 *a-b* et 2 *a-b*), ainsi que leurs légendes françaises qui vont suivre plus loin, donnent bien l'idée de notre dispositif spécial. Seule, la méthode pour l'étude du sens et de la mémoire de la profondeur (de la troisième dimension), qui n'a pas été envisagée dans mon travail précité, devait être, nécessairement, développée ici un peu plus amplement. Mais elle est si simple et ne diffère des autres que par le rapport des objets présentés à la grenouille (des „figures“ en bristol) avec le plan frontal de „l'appareil“ en fil de fer et par le mode d'accrocher l'appareil à une planchette, au lieu de l'accrocher à une paroi de l'aquarium, qu'elle sera comprise d'un coup d'oeil jeté sur la figure 3 du texte polonais.

Nous nous rendons bien compte des certains côtés faibles de la méthode employée. Nous serons les premiers à les mettre en relief là, où il y aura lieu. Mais, d'autre part, ce sont ces défauts même qui nous ont amené à envisager des nouveaux problèmes et à chercher leur solution à l'aide d'un petit changement dans la technique expérimentale. Ce fût par exemple, le problème du rôle (du caractère) de l'objet „additionnel“ dans la formation d'une habitude différenciée qui surgit de l'imperfection de notre méthode et nous incita à chercher et à creuser un côté important de la zoopsychologie.

C'est, d'ailleurs, en vue d'une comparaison stricte et légitime des résultats obtenus par nos différents chercheurs dans des différents fragments du monde optique, qu'on a cru utile d'unifier la méthode et la technique de la série.

3. Le problèmes optiques, d'après lesquels nous avons divisé notre série en travaux particuliers, sont les suivants:

I-er groupe:

a) le discernement des formes des petits objets,



- b) le discernement des couleurs objectives individualisées,
- c) le discernement des dimensions planimétriques,
- d) le discernement des directions des objets dans l'espace,
- e) le discernement de l'ordre (du rythme) spatial des objets,
- f) le discernement de l'ordre (du rythme) des objets dans le temps,
- g) le discernement de la profondeur (= de la troisième dimension);

II-ème groupe:

- h) le milieu chromatique et la tache coloriée (objet);
- i) l'objet et son image réfléchié;
- j) l'influence du voisin (= imitation).

De ces travaux énumérées<sup>1)</sup>, sept sont en voie d'être publiés ou en train de rédaction définitive.

4. Mais la spécification d'après les problèmes optiques précités ne donne pas — en ce qui concerne le groupe I des travaux — une idée exacte de leur contenu ni de leur portée. Visant, en premier lieu, un fragment défini du monde optique, chaque travail s'efforce d'élucider, en même temps, le problème toujours obscur de la mémoire animale (des vertébrés inférieurs surtout), se concentrant sur un côté spécial de ce problème et tenant compte de ce qui a été atteint ou mis en relief par un des travaux de la série.

C'est ainsi que, tout en traitant les problèmes les plus disparats de l'éthologie optique des Batraciens, nos travaux font néanmoins un tout organique qui se développe d'une manière logique et, pour ainsi dire, épigénétique.

Les problèmes psychophysiologiques fondamentaux, qui y sont constamment traités tantôt d'un côté, tantôt d'un autre, sont: le rapport mutuel entre l'habitude et la mémoire et le rapport entre l'habitude et l'impulsion naturelle (serait-ce un tropisme ou un instinct plus complexe).

---

<sup>1)</sup> Et il peut en surgir d'autres qui n'ont pas trouvé de place dans notre plan primaire.

Dans le cadre général de ces deux problèmes vont trouver leur place toutes nos expériences sur la formation, l'amortissement et l'inversion des différentes habitudes optiques (tant celles sur l'inversion immédiate, sans amortissement préalable, que celles autres sur l'inversion médiate, après amortissement). Certaines de ces expériences nous ont mis en présence du fait paradoxal de la disparition spontanée de l'habitude contractée, malgré notre effort continu de la confirmer. Et ce fait, dont l'élucidement nous a coûté bien d'efforts, nous a permis de pénétrer un peu plus la nature des processus d'association, de suivre les phases de la coexistence des deux processus, tout pareils mais indépendants l'un de l'autre, de leur équilibration, de leur superposition réciproque jusqu'à n'être plus constatable sans quelque artifice expérimental (disparition apparente de l'habitude).

6. De même, nous y avons pu suivre pas à pas le combat entre l'habitude chromatique expérimentale et le chromotropisme naturel des Batraciens, et apprécier le rôle exact de l'invocateur, le rôle des agents qui peuvent troubler une habitude prise, le rôle d'une coïncidence dans le temps et l'espace etc., ce qui nous a servi à formuler ailleurs une loi générale du symbolisme nerveux ('26).

7. Les mêmes expériences, faites sur un nombre d'espèces (et des genres) des Batraciens et sur une quantité d'individus d'une même espèce, nous ont permis de constater les différents types réactionnels et des deux sortes: les types génériques (et spécifiques) et les types individuels, en tenant compte — bien entendu — de tous les facteurs secondaires (âge, saison, température, appétit, éclairage, humidité etc.) qui ont été éliminés.

8. En vue d'unification de la série toute entière, nous avons élaboré une terminologie convenable et une manière simple et commode de présenter nos résultats avec tous les détails possibles sur des graphiques les plus à jour, les uns extensifs (complets), les autres condensés. La légende qui suit, comparée avec les figures 4 et 5 du texte polonais, en donne l'explication suffisante.

Une remarque à part. Parmi les fascicules du Laboratoire de Biologie Générale en 1922 manquaient les N<sup>os</sup> 3, 4 et 7, ce qui a déterminé plus d'une demande d'explication de la



part de nos lecteurs. Or, ce sont précisément les travaux de la série concernant l'expérience optique des Batraciens qui ont si demésurément retardé leur apparition. L'Institut Nencki, constitué depuis, ayant unifié la numération de ses Travaux, les fascicules retardés ne porteront plus leurs numéros anciens, devenus anachroniques, mais leurs numéros actuellement réels.

Légende des figures et graphiques insérés dans le texte polonais:

*Fig. 1* (page 13). „L'appareil“ en fil de fer doux, à double crochet et oreillets pour y attacher des „figures“ en bristol: *a*) vu de profil, *b*) en face.

*Fig. 2* (page 13). Autre „appareil“ à simple crochet, avec les deux „figures“ y attachées et l'invocateur (insecte) sur la figure „fondamentale“ (positive +); en *b*) changement du rapport topographique des deux „figures“, par simple croisement de deux fils de l'appareil.

*Fig. 3* (page 14). Le dispositif pour l'étude du sens de la profondeur (de la troisième dimension), d'après la méthode générale de l'auteur. Les figures: „fondamentale“ et „additionnelle“ — identiques.

*Fig. 4* (page 16). Graphique *A*. Schéma adopté d'un „graphique total“ des réactions d'un batracien dans toutes les phases d'une série d'expériences. Ligne unique simple — phase de la formation de l'habitude. Ligne double — phase de l'amortissement. Echanges des „figures“ et ligne simple — phase de „l'inversion“ de l'habitude. Ligne barrée — phase de l'investigation de l'étendue du discernement contracté (dite: phase de la série des „figures étrangères“) Les parenthèses préterminales marquent une pause involontaire dans les expériences. L'échelle en haut marque les intervalles en jours. La date qui précède le graphique indique le commencement de l'expérience. La première date du graphique (= le premier point) indique le premier „essai“ de révélation de l'habitude.

Le croix (+) indique le niveau des réactions „positives“. Le signe diminutif (—) le niveau des réactions dites „négatives“ (l'animal tirant sur la „figure additionnelle“). Le zéro (0) indique le niveau des réactions „nulles“ (manque de réaction).

*Fig. 5* (page 17). Graphique *Aa*. Schéma adopté d'un „graphique condensé“, qui représente ici la même série d'expériences qu'on a sur le graphique *A*, mais avec omission des intervalles réels, des réactions „nulles“ et des pauses involontaires. (Les deux graphiques sont calculés sommairement d'après les expériences de Salomé Biederman sur le sens et la mémoire des formes chez les batraciens).

*NB.* Dans la bibliographie qui suit, je ne cite que quelques ouvrages de méthodologie et de généralisation, outre quelques travaux concernant plus directement nos problèmes.

## I. Przedmowa.

Świat optyczny płazów w jego stosunkach przedmiotowych jest doświadczalnie, można śmiało powiedzieć, dziedziną nienapoczętą, prócz jednej tylko sprawy barw. Ale i sprawa barw, mimo znacznej liczby prac jej poświęconych (że wymienię tylko V. Grabera, Heleny Torelle, R. M. Yerkesa i H. Laurensa), traktowana była dotąd jednostronnie tylko: jako barwa środowiska (otoczenia lub oświetlenia), nigdy zaś jako barwa zindywidualizowanego przedmiotu.<sup>1)</sup>

A właśnie etologicznie i neurofizjologicznie niezmiernie ważnym jest poznanie doświadczenia wzrokowego zwierząt niższych (specjalnie niższych kręgowców) w zakresie całokształtu stosunków przedmiotowych, więc zarówno w zakresie barwy przedmiotów drobnych, jak ich kształtu, wielkości, kierunku w przestrzeni, głębi, porządku (rytmu) i t. d.

W tej mierze wszystko niemal jest jeszcze do zrobienia.<sup>2)</sup> I to skłoniło mię, z chwilą gdy zakład biologii ogólnej został jako-tako urządzony i mógł być z końcem roku 1919 otwarty dla pracowników, do postawienia tej dziedziny zagadnień na porządku dziennym przedsięwziętych badań doświadczalnych.

Samo się przez się rozumie, że nie może tu chodzić o jakąś jedną pracę poszczególną, jeno o planowo pomyślany i konsekwentnie w szczegółach rozwijany dłuższy szereg prac, których drobną cząstkę tylko podjąłem osobiście, przeważną zaś większość wzięli do wykonania moi uczniowie (uczenice). Każda więc z prac tej serji jest tylko drobną cząstką rozległej całości, będąc równocześnie nieraz

<sup>1)</sup> Można by innemi słowy tę różnicę określić, jako różnicę między barwą przestrzeni nieograniczonej a barwą ograniczonej powierzchni (wzgl. plamy), co Niemcy odróżniają jako „Flächenfarbe“ a „Oberflächenfarbe“ i co stanowi do dziś przedmiot poważnych studiów psychologicznych i psychofizjologicznych. (Patrz np. D. Katz. Die Erscheinungsweisen der Farben i t. d. 1911).

<sup>2)</sup> Co do bezkręgowych, to prócz pracy K. Frischa ('14), traktującej m. i. o zmyśle kształtów u pszczoł, niema—o ile wiem—żadnych doświadczeń etologicznych nad ich stosunkiem wzrokowym do przedmiotów zindywidualizowanych. Moje osobiste wieloletnie studia nad rakiem-pustelnikiem nie są jeszcze opracowane analitycznie. Doświadczenia uczenicy mojej Leonji Papierbuch nad tymże Pagurusem są dopiero w toku.



podstawą i punktem wyjścia prac dalszych lub przynajmniej poszczególnych ich części (poszczególnych zagadnień i sposobów ich traktowania). Zagadnienie, wyłaniające się samorzutnie w jednej pracy i zaledwie w niej napomknięte, jest ściślej sprecyzowane i specjalnie uwzględnione w którejś z prac dalszych, korzystających z narastającego doświadczenia pracowni. W ten sposób następne prace służą nie tylko ku poszerzeniu zakresu traktowanych tu spraw, ale równocześnie ku ich pogłębieniu, ku wdzieraniu się etap po etapie w tajemnicze ciemnie nałogu, pamięci i t. p.

Jedynie jako cząstka szerszego planu ma każda z tych prac swój sens właściwy, i tak tylko winna być oceniana.

## 2. Zadanie ogólne.

Zadaniem ogólnem tego szeregu prac jest możliwie dokładne zorientowanie się w charakterze, rozległości i znaczeniu życiowym świata wzrokowego niższych kręgowców (specjalnie płazów bezogonowych), o ile ujawnia się on w ich zachowaniu się ruchowym, zwłaszcza w ich nałogach doświadczalnych, to zn. w nałogach, z udziałem badacza, z jego woli i pod jego kontrolą nabywanych.

Zrozumiałe jest samo przez się, że tak pojęte zadanie ogólne obejmuje cały legjon zagadnień ściślejszych i w wykonaniu praktycznym musiało być rozbite od początku na długi szereg prac specjalnych, z których każda obiera sobie ściśle określony wycinek rozległej sfery świata optycznego, by na tym wycinku wyświetlać równocześnie jakąś ściśle określoną stronę etologii (kto woli, psychofizjologii porównawczej), oczywista, poza koniecznymi stwierdzeniami zasadniczymi, pierwotnymi, które — z natury rzeczy — mogą w rozmaitych wycinkach optyki powtarzać się.

Wobec tego, wyszczególnienie podziału prac według traktowanych w nich stosunków przedmiotowych widzialnych (kształt, barwa, kierunek, wielkość i t. d.) nie odzwierciedli istotnej treści dociekań ani ich wzajemnego zazębiania się i związku logicznego. Niezbędnem jest wymienienie, obok podziału formalnego (tytułowego), także i zagadnień głębszych, bardzo nieraz z pozoru specjalnych, lecz — chcemy się ludzi — wiodących do wyświetlenia ogólnych zagadnień psychofizjologii porównawczej.

### 3. Zagadnienia pamięci i nałogu.

Prace nasze mają w tej mierze na celu w pierwszej linii (choć może najdłuższej i najtrudniejszej w zdobyciu) badanie stosunku wzajemnego nałogu i pamięci — z jednej strony, nałogu i popędu naturalnego (czy nim będzie tropizm pierwotny, czy też instykt bardziej złożony) — z drugiej.

a) Zdajemy sobie dokładnie sprawę z ograniczeń naszej możliwości poznawczej w stosunku do t. zw. „zoopsychologii“, specjalnie do wszystkiego, co dotyczy spraw świadomości, wzgl. nieświadomości czy podświadomości w świecie pozaludzkim. I każdemu, kto miałby pochop do czynienia nam takich czy innych niewczesnych zarzutów (co do zagadnień ogólnych, czy szczegółowych, albo co do terminologii), przypominamy to, cośmy przed laty w obszernym wstępnym rozdziale naszej „Analizy instyktu metodą obiektywną, porównawczą i doświadczalną“ explicite rozwinęli. Powtarzać tu nasze wywody uważamy za zbyteczne. Stanowisko bowiem nasze nie uległo i ulec nie mogło zmianie.

Więc jeśli tu myślimy o badaniu stosunku wzajemnego nałogu i pamięci, to — oczywiście — czynimy to z całą świadomością tego, w jakiej sferze poznawanych zjawisk będziemy się gnoseologicznie z konieczności obracali, acz nie wiemy zgoła, jak głęboko sięgnąć zdoła nasza analiza fenomenologiczna i nasza analiza procesualna, przyczynowa wzgl. warunkowa (kondycyjnalna).

Stawiamy zagadnienie stosunku wzajemnego pamięci i nałogu, chociaż wiemy dobrze, że poza sferą nałogu (wzgl. przyzwyczajenia i przystosowywania się ruchowego) obiektywnego nie mamy dróg dostępu do sezamu ziół i nawarstwień pamięci zwierzęcej. Ale mamy przed oczyma szereg faktów, gdzie nałóg zdecydowany, zróżnicowany i czynny zanika, a przecie coś po nim pozostaje, jakiś ślad, który w pewnych, zmienionych warunkach przejawić się jest zdolen (oczywista, również obiektywnie, ruchowo) i może być badany dalej.

Właśnie kolejnem tworzeniem i wygaszaniem (amortyzacją) nałogów, aby potem inne tworzyć lub do tych samych ponownie wracać, oraz tworzeniem nowych nałogów bez uprzedniego wygaszania tamtych (więc natychmiast, bezpośrednio



nio po ich ustaleniu), próbujemy podejść do tej sprawy.<sup>1)</sup> Ale to jedna, nienajlepsza — być może — droga.<sup>2)</sup>

Inną drogą ku wyświetleniu stosunku wzajemnego pamięci i nałogu, są badania nad automatycznym (w naszych warunkach, przy naszej metodzie), choć właśnie pozornym tylko zanikiem zróżnicowanego nałogu<sup>2)</sup> bez wprowadzenia przez nas jakichbądź zmian w doświadczeniach, to zn. wbrew stałemu podtrzymywaniu tegoż nałogu. Możliwość natychmiastowego ujawnienia jego, drogą pewnej drobnej zmiany w układzie doświadczenia, prowadzi nas w głąb procesów skojarzeniowych, w analizę ich istoty, ich treści procesualnej, ich współbywania w czasie z innymi, ich nawarstwiania się i przykrywania się wzajemnego. Daje nam bowiem podejście do zagadnienia: co się tu z czem właściwie kojarzy, to znaczy do wyświetlania rzeczywistej roli t. zw. inwokatora (u nas — jadła), tudzież roli przedmiotów ubocznych, z inwokatorem bezpośrednio niezwiązanych, a przez to do badania wpływu stopnia styczności przestrzennej, a nie tylko zbieżności w czasie.

Jak widzimy, są to sprawy czystej psychofizjologii pamięci, tylko badane metodą porównawczo-etologiczną (metodą nałogów obiektywnych), dającą możliwość operowania analizą i syntezą sił, wyzwalających reakcję ruchową zwierzęcia lub ją hamujących w rozmaitym stopniu.

Traktowane z punktu widzenia procesów nerwowych, te i dalsze sprawy (stosunek nałogu do popędów naturalnych) posłużyły nam jako materiał do rozważań ogólnoneurologicznych nad prawami zależności realizacji polibolizmu nerwowego od zjawisk zbieżności, mianowicie, nad prawem symbolizmu, to zn. wzajemnego zastępstwa zjawisk różnoimiennych naskutek ich zbieżności (R. Minkiewicz '26, § 14 *bb*).

---

<sup>1)</sup> W innym sformułowaniu, jest to badanie wpływu tego co raz było nabyte na nabywanie następnego.

<sup>2)</sup> Wyraża się ten pozorny zanik nałogu w t. zw. przez nas „wtórnym okresie reakcyj mieszanych,” kiedy zwierzę przestaje w swem zachowaniu się wyróżniać przedmiot główny, do któregośmy nałóg wytwarzali, od przedmiotów towarzyszących tylko dla porównania, z inwokatorem bezpośrednio niezwiązanych.

b) Już sam fakt używania „inwokatora“ wskazuje, że w badaniach naszych nie mogła być pominiętą sprawa stosunku nałogu do popędu naturalnego zwierzęcia (w danym wypadku: rzucania się na ruszający się owad), bowiem dzięki temu jedynie popędowi możemy nawiązać skojarzenie nałogowe, to zn. stworzyć „odruch warunkowy“, popęd sztuczny, wtórny, w życiu normalnym zwierzęcia nie ietniejący i nawet nie mogący mieć miejsca. Perypetje tego nabywania nałogu, wzrastanie jego siły, nieraz ponad zamierzenie badacza aż do przewagi nad popędem pierwotnym, stanowią materiał już sam przez się wielce ciekawy.

Myśmy jednak do tej sprawy z innej jeszcze podeszli strony, niezależnie od instynku odżywiania się. Stawialiśmy zwierzę w warunki nieunikionego konfliktu między popędem naturalnym do pewnych barw („chromotropizmem“ naturalnym, według mojej z r. 1906 terminologii) a nałogiem przez nas wytworzonym do barw innych („chromotropizmem inwertowanym“), w którym umyślnie wprowadzaliśmy zaburzenia wtórne. Owóż analiza przebiegu tego konfliktu między nałogiem a tropizmem, w zakresie jakościowych tylko różnic tegoż wykrawka świata optycznego, stanowi zadanie nie do pogardzenia, tak ze stanowiska etologii porównawczej, jak psychologii pedagogicznej i socjologii.

c) Prócz tych spraw zasadniczych, wyłoniło się, od pierwszej zaraz pracy poczynając, zagadnienie typów reagowania, w dwojakim sensie: gatunkowym i osobniczym. Zwłaszcza typy indywidualne u tak nisko pod względem ustroju korowego stojących kręgowców zasługują na specjalną uwagę.

To też musiał tu być uwzględniony i eliminowany cały szereg czynników, jak stan odżywienia i żerkość (apetyt), okresy fizjologiczne roczne, temperatura, wiek, i musiała być też, oczywiście, ujednostajniona metoda traktowania zwierząt w doświadczeniu.

Musiał być prócz tego analizowany czynnik czasu, tak w tworzeniu początkowym, jak w utrwalaniu nałogu. Czynnik czasu rozumiany przytem był tu wielorako: 1-o jako czas absolutny — od początku do końca doświadczenia, 2-o jako czas względny, reprezentujący całkowitą ilość powtarzań niezbędnych, 3-o jako czas dojrzewania, to zn. optymalny odstęp (interwał) między dwoma doświadczeniami.

Wreszcie, pragnęliśmy oznaczyć stosunek długości okresu



utrwalania (czy ustalania się) nałogu do okresu jego trwania wzg. wygasania, o ile to w naszych warunkach, na naszym materiale żywym okazałoby się osiągalne.

d) Nie mam zamiaru ani możliwości wymienić w tym wstępnym szkicu wszystkie zagadnienia psychofizjologiczne, jakie są przez nas lub będą poruszone. Każdy etap pracy i każdy nowy pracownik wnosi ich poddostatkiem. Ograniczyłem się do główniejszych, tembardziej, że rozwinięte dalej rozplanowanie serji samo przez się niektóre z pominiętych uwydatni.

#### 4. Zagadnienia optyczne i plan serji.

Poza wstępnymi doświadczeniami nad dalekowzrocznością żab (w kierunkach poziomym i pionowym) w warunkach otoczenia i oświetlenia pracownianego oraz nad stosunkiem żab do przedmiotów w ruchu i w bezruchu, serja nasza została podzielona na działy następujące, z których każdy stanowi przedmiot osobnej pracy, innemu najczęściej pracownikowi powierzony:

##### Grupa I:

- a) Zmysł i pamięć kształtów przedmiotu (kształtów płaszczyznowych),
- b) Zmysł i pamięć barw przedmiotów zindywidualizowanych,
- c) Zmysł i pamięć wielkości (= wymiarów płaszczyznowych),
- d) Zmysł i pamięć kierunków przedmiotu w przestrzeni (w płaszczyźnie),
- e) Zmysł i pamięć porządku (rytmu) przedmiotów w przestrzeni,
- f) Zmysł i pamięć liczby porządkowej (rytmu) w czasie,
- g) Zmysł i pamięć głębi (trzeciego wymiaru) przedmiotów.

##### Grupa II:

- h) Otoczenie barwne a plama barwna (= przedmiot drobny).
- i) Przedmiot a jego obraz w zwierciadle.
- j) Wpływ sąsiada (= imitacja).

Z tych dziesięciu prac, od początku zamierzonych, siedem jest już w tej chwili doświadczalnie wykonanych, w zakresie raz szerszym raz węższym. Szerszy lub węższy zakres prac poszczególnych zależał od trzech czynników: 1-o od czasu, jaki dany pracownik mógł poświęcić swemu działowi, 2-o od obranego przez nas materiału zwierzęcego, jego podatności w reagowaniu na stawiane pytania; 3-o od napotkanego w toku doświadczeń splotu zagadnień psycho-fizjologicznych, o których mówiliśmy na stronicach poprzednich. Dotyczy to I-ej grupy prac wymienionych (№№ a—g).

Grupa II prac (№№ h—j) wyodrębnia się zupełnie, stawiając odmienny szereg sprecyzowanych ściśle zagadnień optycznych i usiłując tą drogą — z innej już całkiem strony — wedrzeć się w tajniki zoopsychologii. A łudzimy się, że wyniki tych prac nie będą pozbawione znaczenia ogólniejszego, przekraczającego ramy etologii płazów, bowiem staramy się w nich uchwycić fizjologiczne czynniki różnicy między barwą ograniczoną przestrzennie (plamą) a tąż barwą nieograniczoną (powierzchnią), między systemem bodźców zindywidualizowanych a systemem rozlewnym, wreszcie między obrazem realnym (przedmiotowym) a obrazem symbolicznym (rzutowym).

### 5. Metoda i technika.

Aby wyniki, na rozmaitych wykrawkach sfery świata optycznego otrzymane, nadawały się do porównywania ze sobą wzajem w sprawach psychofizjologicznych ogólnych, metoda pracy musiała być ustalona zgóry dla ogółu prac naszych.

Zasadą metody jest powtarzanie okresowe pewnej stałej serji równoczesnych pobudzeń optycznych, serji zazwyczaj złożonej z trzech członów: dwóch przedmiotów obranych specjalnie oraz „inwokatora“, którym jest żywy owad lub dżdżownica.

Inwokator jest przyczepiony do jednego z tych przedmiotów tak iż jest z nim przestrzenne związany ściślej, bardziej bezpośrednio, niżeli z drugim, oddalonym nieco.

Technicznie, ukazywanie przedmiotów żabie odbywa się w ten sposób, że są one umocowywane do „aparaciku“ drutowego o dwóch kolanach, zawieszanego w czasie doświadczenia na ścianie naczynia, w którym żaba przebywa stale. „Apara-



racik“ ma kształt litery *U* lub *Y*. Każdy z pracowników sporządza go według swego smaku, tak jednak by nie było w nich wtórnych znaczniejszych odchyień, mogących służyć żabie za dodatkowy punkt orientacyjny (dodatkowy obraz różniczkowy).

Musi również „aparacik“ nadawać się do uwzględniania czynnika „układu przestrzennego“ przedmiotów podawanych, to zn. niezbędnej za każdym razem wymiany prawo-lewej obu przedmiotów, w celu wyeliminowania wpływu ich stałego stosunku topograficznego względem siebie i względem oczu żaby.

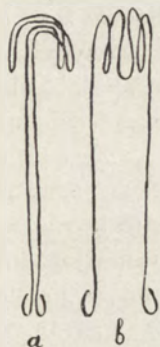


Fig. 1. „Aparat“ z miękiego drutu żelaznego, wygięty w podwójny haczyk do zawieszania: *a* — z boku, *b* — w płaszczyźnie czołowej.

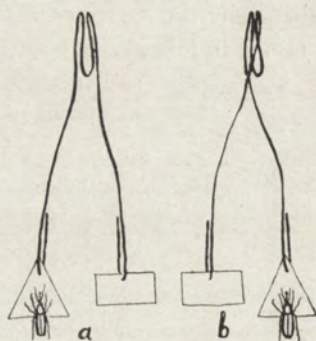


Fig. 2. „Aparat“ drutowy o haczyku pojedynczym, z umocowaniami do kolanek „figurkami“ z bristolu i z owadem („inwokatorem“) na jednej z nich („zasadniczej“); w *b* — kolanka pod haczykiem skrzyżowane, dla zmiany stosunku przestrzennego „figurek.“

Można to skutecznie, bądź przez urządzenie podwójnego haczyka do zawieszania (rys. 1) po obu stronach płaszczyzny czołowej aparatu, tak by raz go zawieszać przodem, raz tyłem (że tak powiem); bądź też przez każdorazowe skręcanie (rys. 2) lub rozkręcanie o jeden obrót drutów obu kolan tuż pod haczykiem prostym (pojedynczym); bądź wreszcie przez sporządzanie dla każdej pary obranych przedmiotów dwóch aparatów, tak by na obu układ wzajemny (prawo-lewy) przedmiotów był odwrotny.

Sporządzanie przedmiotów podawanych żabom zależało, oczywiście, od ściślejszego tematu optycznego danej pracy. Odbywało się jednak zawsze według zasad i wskazówek, opracowanych przezemnie w r. 1913 w pracy mej o nałogach i pamięci ryb, w rozdziale p. t. „Méthodes d'une solution expérimentale de quelques problèmes subséquents“ (dział 6 str. 49—52, rys.

7—16). Rozwijając tu je ponownie uważam za zbyt liczne<sup>1)</sup>. Każdy pracownik poda, zresztą, na właściwym miejscu dane ściślejsze co do swego postępowania technicznego, zwłaszcza tam, gdzie metoda z konieczności odbiegała od tylko co opisanej (np. w grupie II-ej prac).

Natomiast słów kilka poświęcić tu trzeba metodzie badania zmysłu i pamięci głębi (trzeciego wymiaru przestrzeni obiektywnej), ponieważ w pracy mej z r. 1913 nie wziąłem tego zagadnienia pod uwagę. Aby zostać w ramach ogólnego dyspozytywu doświadczeń, pomyślałem naszą metodę w zastowaniu do zmysłu głębi tak: „aparacik“ drutowy z płaszczyzny czołowej, w jakiej był konstruowany i zawieszany zazwyczaj, prze-

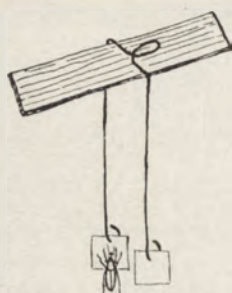


Fig. 3. Układ „aparatu“ i „figurek“ w zastosowaniu do badania zmysłu i pamięci głębi (= trzeciego wymiaru).

rabiamy nieznacznie w ten sposób, aby był zawieszany (na jakiejś deszczulce poprzecznej) w płaszczyźnie strzałkowej w stosunku do przedmiotów podawanych, które teraz będą się znajdowały nie w jednej lecz w dwóch płaszczyznach czołowych równoległych względem siebie, a prostopadłych względem płaszczyzny aparatu. Oczywiście, uszka dolne aparatu, służące do umocowywania przedmiotów na glucho, będą również wygięte prostopadle do płaszczyzny aparatu.

Oba jednak przedmioty, jak we wszystkich pracach tej serii, znajdują się wewnątrz naczyń ze zwierzęciem badanym, i owad inwokujący będzie przyczepiany do jednego z nich, mianowicie do głębiej ustawionego. Da się pomyśleć i metoda inna, z użyciem

<sup>1)</sup> Jedno może wypada nadmienić, że we wszystkich pracach grupy I-ej („zmysł i pamięć“), prócz tyczącej rozróżniania barw (chociaż i tę można było tak samo postawić), używaliśmy przedmiotów wyciętych z białego bristolu, więc — praktycznie biorąc — płaszczyznowych (planimetrycznych), dla ujednostajnienia metody i dla uniknięcia niedających się obliczyć skrótów optycznych, o nieznanym nam dla wzroku zwierząt niższych wartości, a mogących zamącać wyniki i wypaczać wnioski.



równoczesnem inwokatora do jednego przedmiotu i hamulca<sup>1)</sup> (wzgl. czynnika odstrasżającego) do przedmiotu drugiego, i metoda taka mogłaby znaleźć zastosowanie w całej serji prac naszych. Ponieważ jednak nie używaliśmy jej dotąd, musimy dla jednolitości i porównywalności wyników, i tu jej narazie nie stosować. Nie używaliśmy jej zaś z rozmysłem, 1-o dla większej jej trudności w zastosowaniu praktycznem, 2-o dla niepewności wyników, zwłaszcza, gdy się ma do czynienia ze zwierzętami tak źle, niestale i wprost fantazyjnie reagującymi, jak płazy bezogonowe.

Zbyteczna chyba zaznaczać, że dbając o jednolitość metody, nawet kosztem niekiedy zużytego czasu i pewnych ograniczeń się w wynikach<sup>2)</sup>, musieliśmy dbać również o jednostajność ubocznych warunków doświadczeń: temperatury, oświetlenia, wilgotności, odżywiania, o ile samo zagadnienie lub użyty gatunek zwierząt nie wymagały pewnej odmiany.

## 6. Terminologia i zestawienie wyników.

W dążeniu do jednolitości opracowania, ustaliliśmy w porozumieniu wzajemnem pewne wytyczne terminologii, którą posiłkujemy się, i sporządzania wykresów, obrazujących w formie możliwie zwartej a przejrzystej przebieg każdej serji doświadczeń (całość reakcyj poszczególnego zwierzęcia).

Próba nazywamy doświadczenie rewelacyjne, z usunięciem inwokatora (owada). Z udziałem zaś inwokatora rozróżniamy niekiedy doświadczenia ustalające a podtrzymujące nałóg.

Przedmioty wykrawane z bristolu nazywamy figurkami. Figurką zasadniczą lub dodatnią nazywamy tę, z którą

---

<sup>1)</sup> Metoda ta polegałaby tutaj na osłonięciu jednego z przedmiotów płytą szklaną przezroczystą, o którą uderzanie się zwierzęcia bezcelowe (językiem) lub bolesne (pyskiem) winno dawać powstawanie zahamowań realizacji ruchowej (czynnik odpychający lub przynajmniej zubożniający).

<sup>2)</sup> Z innej strony, te pewne słabe strony naszej metody doświadczalnej, z których od początku, zresztą, zdawaliśmy sobie sprawę, doprowadziły nas właśnie do rozszerzenia i pogłębienia problematów pamięci i nałogu, narzucając nam — wbrew woli — zagadnienie roli figurki dodatkowej i roli stopnia styczności z inwokatorem, o czem już była mowa na str. 9.





W ujmowaniu wyników w formę graficzną wypracowaliśmy wzór następujący: grupujemy je w trzech warstwach (liniach) poziomych wykresu: zerowe w środkowej (osiowej), dodatnie w górnej, ujemne w dolnej, w odstępach poziomych obrazujących wartość interwału czasu. Nie są to więc krzywe matematyczne, ponieważ na osi rzędnych nie znaczymy żadnych ilościowo wymiernych wartości. Są to wykresy ilustracyjne, wygodne w swej prostocie i bez pretensjonalności.

Prócz wykresów pełnych, obrazujących całokształt przebiegu doświadczenia, to zn. wyniki wszystkich prób w naturalnych odstępach czasu, łącznie ze wszelkimi zmianami w doświadczeniu, przerwami, amortyzacją (odwracaniem nałogu, wprowadzaniem figurek obcych), posiłkujemy się dla większego ukonkretnienia wyniku głównego (stanu zróżnicowania nałogu) także wykresem skróconym, skondensowanym, w którym znaczymy tylko reakcje dodatnie i ujemne w odstępach równych, bez uwzględnienia interwału czasu między nimi.

W pełnym czy w skróconym wykresie, wszelkie zmiany zasadnicze postępowania oznaczamy odpowiednią zmianą linii wykresu: okres wygaszania nałogu znaczymy linią podwójną, okres zaburzenia przez wprowadzanie serji figurek obcych — linią przekreślaną, przerwy w karmieniu znakiem nawiasowym ] [. Prócz tego, we właściwych miejscach, ponad lub popod wykresem, znaczymy podobizny figurek będących tu w użyciu, tak by wszelka zmiana lub zamiana figurek odrazu rzucała się w oczy (rys. 4).

Tabel tekstowych naogół unikamy, jako zajmujących zbyt wiele miejsca, a zmuudnych w odczytywaniu i gorzej obrazujących przebieg sprawy. Zresztą, zależy to od indywidualnych potrzeb pracy i badacza.

Na tem ten ogólny szkic programowy zakończę. Nadzedł bowiem czas, gdy opóźniony z rozmaitych powodów druk



Fig. 5. (Wykres Aa). Schemat „wykresu skróconego” tegoż doświadczenia, we wszystkich jego fazach. Opuszczone wyniki zerowe oraz przerwa i nieoznaczone interwale rzeczywiste pomiędzy „próbami”. (Oba wykresy są zbudowane zgruba na podstawie danych Salome i Biedermań, dotyczących zmysłu i pamięci kształtów.)

prac konkretnych serii może być doprowadzony do skutku<sup>1)</sup> w szybkiej kolejności.

---

<sup>1)</sup> Uwaga. Winniśmy tu wyjaśnić, że brakujące w pierwotnej numeracji „Prac Zakładu Biologii Ogólnej” №№ 3, 4 i 7 z roku 1922, o które nieraz byliśmy zapytywani listownie, właśnie odnosiły się do trzech opóźnionych prac tej serii. Teraz więc, z ich ukazaniem się w druku, nie będzie brakowało, chociaż wobec połączenia się zakładów biologicznych Towarzystwa Naukowego w Instytut im. Nenckiego, oraz zmiany nazwy wydawnictwa i wprowadzenia numeracji ogólnej, numery tych opóźnionych prac restytuowane nie będą.

---



## PIŚMIENNICTWO.

- Abramowski E. 1914. Le subconscient normal. Paris.  
 — 1917. Metody badania podświadomości. Warszawa.
- Claparède E. 1913. Methoden der tierpsychologischen Beobachtungen u. Versuche (Congrès-Separat).
- Dumas G. 1923 — 24. Traité de psychologie T. I et II. Paris.
- Frisch K. 1915. Über den Farbensinn u. Formensinn der Biene. Zool. Jahrb. (B) 35.  
 — 1922. Methoden sinnesphysiologischen u. psychologischen Untersuchungen an Bienen. Abderhalden's Handb. № 70.
- Hess C. 1920. Methoden zur Untersuchung des Lichts-u. Farbensinnes. Abderhalden's Handb. № 41.
- Katz D. 1911. Die Erscheinungsweisen der Farben u. ihre Beeinflussung durch die individuelle Erfahrung. Z. f. Psychol. Ergänzbd. 7.
- Laurens H. 1911. The reaction of amphibians to monochromatic lights of equal intensity. Harvard Mus. of Compar. Zool. 43 № 5
- Lloyd Morgan C. 1896. Habit and Instinct (w tłumaczeniu z r. 1899).
- Minkiewicz R. 1906. Le chromatropisme et son inversion artificielle. C. R. Ac. Ac. Paris 143, № 21 et 23.  
 — 1909. Versuch einer Analyse des Instinkts nach objektiver, vergleichender u. experimenteller Methode. Zool. Jahrb. 28 (po polsku w Przegl. Filozof. 1907 — 1908).  
 — 1912. Une expérience sur la nature du chromatropisme. C. R. Ac. Sc. Paris 155 (229).  
 — 1913. Recherches sur la formation des habitudes etc. chez les Poissons. Annal. Institut. Monaco.  
 — 1914 — 17. Les bases expérimentales et théoriques d'une interprétation des phénomènes nerveux. Varsovie (en polonais. Podstawy i t. d.)  
 — 1926. Les lois du polybolisme nerveux et la définition physiologique des névroses hystériques et psychasténiques. Trav. Institut. Nencki 3, № 51.
- Piéron H. 1910. L'évolution de la memoire. Paris.
- Szymański J. S. 1920. Ein Versuch über die Disposition der Tiere zum Erfassen der Aehnlichkeitsbeziehungen. Z. f. angew. Psychol. 134.  
 — 1921. Allgemeine Methodik zur vergleichenden Psychologie. Abderhalden's Handb. № 49.
- Wreschner A. 1922. Methoden zur Analyse der Vorstellung u. des Gedächtnisses. Abderhalden's Handb. № 64.
- Yerkes R. M. 1903. The instincts, habits a. reactions of the Frog. Harvard Psych. Stud. 1.  
 — 1905. Bahnung u. Hemmung der Reactionen auf tactile Reize durch akustische Reize beim Frosche. Pflüg. Arch. 107.





PRACE INSTYTUTU im. NENCKIEGO.  
TRAVAUX DE L'INSTITUT NENCKI.

Tom IV, zesz. 1.

Laboratoire de Biologie Générale.

Z zakładu Biologii Ogólnej

SALOMEA BIEDERMAN.

Le sens et la mémoire des formes d'un objet chez les Anoures. L'inversion de l'habitude après ou sans amortissement. (L'expérience optique des Batraciens. — 11-e mémoire)<sup>1)</sup>.

*Zmysł i pamięć kształtów przedmiotu u żab. Odwracanie nalogu z wygaszaniem i bez wygaszania. (Doświadczenie wzrokowe płazów. — Część II).*

Rzecz zgłoszona dn. 23. I. 1927.

Les expériences ont été faites<sup>2)</sup> à l'aide de la méthode du couple des figures équidimensionales (R. Minkiewicz 1913 et 1926), à invocateur (un blatte vivant) rattaché à l'une d'elles, celle dite „fondamentale“ (fig. 2. du texte polonais, p. 11). Sur les cinq espèces d'anoures employées, à savoir : *Hyla arborea* L., *Bombinator igneus* Laur., *Rana esculenta* L., *Bufo vulgaris* Laur. et *Pelobates fuscus* Laur.), c'est sur des Rainettes que furent obtenus les résultats les plus complets et les plus concluants. Ce n'est que là que nous avons pu

<sup>1)</sup> Voir l'introduction générale à la série, R. Minkiewicz 1926.

<sup>2)</sup> C'est en été 1920 que furent terminés mes expériences. L'énorme retard dans leur publication est tout à ma charge, mes études médicales m'ayant pris depuis tout mon temps. Et, à vrai dire, je n'aurais jamais pu mener à fin la présente étude sans le concours efficace du prof. R. Minkiewicz qui à bien voulu se charger d'une bonne part de la besogne.

développer toute la série projetée des phases successives de l'expérience, à savoir: 1) la formation de l'habitude ikonotrope différenciée, 2) l'amortissement de cette habitude, 3) son inversion<sup>1)</sup> immédiate (sans amortissement), 4) son inversion<sup>1)</sup> après amortissement, 5) son rétablissement ultérieur (= deuxième inversion), s'il y a lieu, et enfin, 6) l'investigation sur l'étendue de sa différenciation. C'est donc aux Rainettes en premier lieu que se rattachent directement la plupart de nos conclusions qui vont suivre (les 2 dernières exceptées), ce que l'on remarquera aisément en lisant les légendes de nos graphiques.

Voici ces conclusions:

1) A l'opposite des opinions courantes, les anoures sont capables de réagir aux objets inertes et morts.

2) Les anoures voient et distinguent parfaitement les formes des petits objets qui leur sont vitalement étrangers, comme par ex. les morceaux de bristol.

3) La subtilité du sens des formes chez les anoures est fort considérable, vu que les Rainettes p. ex. distinguent bien et vite les six figures planimétriques équidimensionales de notre fig. 1 (p. 9), malgré leur différence parfois vraiment si exigüe que nos petits enfants l'auraient laissée inaperçue (notamment: les figures rombe et étirée, ou bien cette dernière et le triangle plat, ou bien encor: le triangle haut et le polygone<sup>2)</sup>).

4) Les anoures sont capables de contracter des habitudes ikonotropiques différenciées (terme du prof. R. Minkiewicz), les autres facteurs optiques étant éliminés (à savoir: les dimensions, la couleur, la direction dans l'espace, la topographie etc.).

5) L'habitude ikonotrope différenciée consiste en ce que l'animal réagit à une forme déterminée seule, malgré la présence d'autres formes. Ce n'est que vers celle là qu'il tourne ses yeux, qu'il s'approche d'elle, qu'il s'y jette, qu'il y tire de sa lan-

<sup>1)</sup> Le terme „inversion de l'habitude“, adopté au laboratoire du prof. R. Minkiewicz, n'a évidemment un sens qu'au cas de la méthode du couple d'objets (en l'espèce, des figures), l'objet jusque là accessoire y prenant place de l'objet fondamental, et inversement.

<sup>2)</sup> Dénominations toutes de convention, n'ayant de but que de faciliter l'exposé.



gue ou l'attrappe de ses mâchoires, en un mot, qu'il se comporte envers elle tout comme s'il y s'agissait d'un insecte vivant.

6) La facilité de formation de ces habitudes est fort considérable, si, dans les dures conditions de notre méthode, elles s'établissent parfaitement après peu de semaines (3—4 et, sûrement, encor plus tôt), c'est-à-dire, après un très petit nombre de répétitions, espacées de l'énorme intervalle de 24 heures.

Ceci nous semble témoigner de la faculté de mémorisation (de fixation) et de la stabilité (durabilité) des traces fort remarquables.

7) La force vive des associations établies est si grande qu'elles peuvent prendre le dessus sur des tendances (des impulsions) instinctives, et alors, en présence même de l'appât naturel (insecte vivant), l'animal réagit, en premier lieu (au premier moment), non pas à l'appât, mais à l'objet fixé dans l'association.

8) Laissée à elle seule, c'est-à-dire non confirmée par des nouvelles répétitions, l'habitude ikonotropique différenciée s'amortit peu à peu. L'animal réagit de moins en moins fort, avec un retard de plus en plus long et, enfin, cesse de réagir. (Je n'ai pas de matériaux suffisants pour établir le rapport numérique entre le temps de formation d'une habitude et celui de son amortissement). Chez les Rainettes, l'amortissement, dans nos conditions d'expérience, nécessitait 3—4 semaines.

9) La cessation des réactions motrices de l'anoure ne prouve pas encor que l'amortissement total de l'habitude ikonotropique différenciée se soit produit réellement, car, même après un mois écoulé, elle peut y être révélée à l'aide d'un changement de l'expérience, à savoir: par le rattachement de l'appât à un objet de forme étrangère (à une nouvelle figure).

10) La méthode du couple fixe des figures permet non seulement de différencier une forme déterminée, dans l'association contractée, mais de faire ce que nous appelons une inversion de l'habitude, c'est-à-dire, une inversion du rôle respectif des deux figures du couple dans le comportement de l'animal.

11) L'inversion de l'habitude, par rapport aux deux formes du couple, ne trouble pas sa différenciation quant à d'autres formes présentées dans les essais (dits de „la série des formes“).

12) L'inversion de l'habitude peut être effectuée soit di-

rectement, soit après un amortissement préalable. (Il m'est impossible de déterminer, d'après mon matériel, le rapport numérique entre le temps nécessité par ces deux modes de procéder).

13) La méthode du couple fixe des figures nous a permis de constater un phénomène des plus intéressants. L'inversion subite du rôle (de la valeur d'attraction) des deux figures provoque, au premier moment, une désorientation de l'animal, un choc, un trouble du comportement, ce qui se manifeste chez nos Rainettes par un refus inattendu de prendre leur nourriture (refus unique dans les huit mois de l'expérience!) Et ceci dans les deux modes d'inversion, également. Le trouble, d'ailleurs, disparaît vite.

14) Dans le cas de l'inversion après l'amortissement, ce trouble du comportement de l'animal témoigne bien de ce que l'habitude différenciée persistait, malgré le manque de toute extériorisation, sous une forme latente des traces associationnelles. Donc, l'amortissement n'y était pas complet.

15) L'inversion directe, sans amortissement, nous permet de révéler la formation réelle de l'habitude différenciée dans le cas où l'anoure s'obstine à ne pas réagir du tout, lors des essais (période des zéros, sur nos graphiques). En même temps, ce mode d'inversion permet d'observer aisément les étapes successives du changement qui se produit dans le comportement de l'animal vis-à-vis des deux formes du couple.

16) L'introduction successive (lors des essais de révélation et non pas de l'alimentation!) d'une série des formes étrangères, de paire avec la forme fixée dans l'association, ne trouble pas le comportement de l'animal ni son habitude, ikonotropique différenciée. Par contre, l'introduction d'une forme étrangère à la place de la forme fixée (associée), c'est-à-dire, de paire avec la forme „accessoire“ du couple, semble désorienter l'animal d'un coup, troubler son association contractée, ce qui se manifeste, chez la Rainette, par un refus de réagir, ainsi que par une apparition ultérieure inattendue des réactions „négatives“ (visant la figure accessoire du couple).

17) Malgré le trouble provoqué, l'association différenciée persiste et peut y être révélée, dans sa force réelle, par une nouvelle inversion, ou plutôt par un essai d'inversion, car l'inver-



sion s'y herte contre une résistance que nous n'avons pas réussi à vaincre, cette fois.

18) Comme conclusions accessoires, nous avons à noter les deux suivantes. Il se révèle, entre les différentes espèces (genres) d'anoures, des grandes différences dans les caractéristiques de la formation des habitudes ikonotropiques, notamment, dans la vitesse des réactions, dans la force vive de fixation, dans la facilité du discernement des formes etc.

Ce sont des types éthologiques génériques.

Le Bombinateur p. ex. se distingue par une grande vitesse de réaction, d'association et de différenciation, mais aussi il perd vite sa différenciation, passant à une „période mixte“ des réactions (dont je ne peux pas déterminer la nature). Le Crapaud n'a jamais manifesté une habitude formée, refusant obstinément toute réaction en absence d'appât vivant (il semble néanmoins avoir formé une association différenciée qu'il arrive sans doute à freiner. Voir fig. 14, p. 23). La Grenouille verte réagit fort mal, rarement et lentement; et mal aussi elle semble différencier ses habitudes ikonotropiques. La Rainette n'est pas trop vite à former ses habitudes (à l'opposite du Bombinateur et surtout du Pélobate), mais une fois différenciées, elle les a bien stables.

19) A côté des types génériques, il semble exister aussi des différences individuelles dans la marche du processus de formation des habitudes considérées. Ainsi p. ex., pour les différents individus du *Bombinator igneus*. (Mais ce n'est qu'une indication, mon matériel ne m'y fournissant pas d'arguments suffisants)<sup>1)</sup>.

Quant aux preuves de toutes nos conclusions énumérées ci-dessus, on les trouvera dans les graphiques du texte polonais, dont voici l'explication nécessaire et suffisante:

*Fig. 1.* (page 9). Six formes planimétriques équidimensionales, ayant chacune 21 cm<sup>2</sup>, en position habituelle. Leurs dénominations de convention: *a* — triangle haut, *b* — rectangle, *c* — triangle plat, *d* — rombe, *e* — figure étirée, *f* — polygone. Grandeur naturelle.

---

<sup>1)</sup> C'est M-me S. Razwiłowska qui en donne des preuves convaincantes, dans son travail qui va bientôt paraître dans cette série. R. M.

*Fig. 2.* (page 11). L'„appareil“ en fil de fer doux, à crochet flexible pour l'élimination du „facteur topographique“. L'emplacement des deux figures du couple choisi, dans les expériences successives: au trait uni — la figure „fondamentale“, située à la gauche du couple, au pointillé — elle se trouve à la droite.

*Fig. 3.* (page 13). Rainette A. Graphique représentant les résultats des essais sur la formation de l'habitude visant la figure étirée. Nulle réaction négative sur l'axe des (—), qui représente la figure „accessoire“ (rombique). Rien que des zéros (= manque de réaction) et des réactions positifs (+), visant la figure „fondamentale“. Les petits ronds placés en dessus du graphique marquent les réactions réitérées lors de l'essai ou lors de l'alimentation y succédant (l'animal tirant sur le bristol, malgré la présence de l'insecte!). En haut du graphique, une échelle marquant les jours, ainsi que les intervalles de 5 et de 10 jours. En bas — les dates principales. La date qui précède le graphique, marque le commencement de l'expérience, c'est-à-dire celui de l'alimentation sur le couple des figures. Les autres dates marquent les essais.

*Fig. 4.* (page 14). Rainette B. Graphique de la formation de l'habitude pour la forme étirée. Pas de réaction négative (visant le rectangle). Les zéros et les réactions positives. Entre les grandes parenthèses — un relâche accidentel de l'expérience et de l'alimentation. Les autres signes comme sur la fig. 3.

*Fig. 5.* (page 15). Rainette A. Phases successives de formation et d'amortissement de l'habitude. L'amortissement marqué au trait double. Les petites figures vers la fin du graphique marquent le commencement d'une nouvelle phase de l'expérience, que l'on trouvera sur la fig. 7.

*Fig. 6.* (page 16). Rainette B. Phase d'inversion directe (sans amortissement). La toute petite figure à la fin du graphique, en bas, marque le commencement de la phase suivante que l'on verra sur la fig. 8. Les petits ronds en dessous de ceux du graphique marquent les réactions réitérées.

*Fig. 7.* (page 17). Rainette A. Phase d'inversion après l'amortissement. Les grandes parenthèses délimitent un relâche de l'expérience et de l'alimentation.

*Fig. 8.* (page 19). Rainette B. Phases successives d'inversion et d'investigation de l'étendue du discernement des formes. La série des formes, étrangères au couple fixe, est marquée en bas aux moments relatifs, par des petites figures. Le graphique s'y rapportant est marqué au trait barré.

*Fig. 9.* (page 19). Rainette A. Phases successives d'inversion (après l'amortissement) et d'investigation de l'étendue du discernement des formes, avec un trouble introduit par l'accouplement de la figure étrangère avec la figure accessoire (ce qui est marqué par les petites figures en haut du graphique). Les autres signes, comme sur les graphiques précédents.



*Fig. 10.* (page 20). Rainette A. Essai d'une nouvelle inversion après le trouble précédent.

*Fig. 11.* (page 21). Rainette B. Essai d'une nouvelle inversion de l'habitude, après la série des forme étrangères.

*Fig. 12.* (page 21). Rainette A. Graphiques „condensés“ (avec omission des zéros et des intervalles réels) des 5 phases successives de l'expérience:  $a_1$  — phases de formation et d'amortissement de la première habitude,  $a_2$  — phases d'inversion et de trouble (de la „série des formes“),  $a_3$  — phase d'inversion nouvelle.

*Fig. 13.* (page 22). Rainette B. Graphiques „condensés“ des 4 phases successives de l'expérience:  $b_1$  — phase de formation de l'habitude première,  $b_2$  — ph. d'inversion directe et de la série des formes étrangères,  $b_3$  — ph. d'inversion nouvelle.

*Fig. 14.* (page 23). Crapaud R. Graphique de l'expérience durant  $2\frac{1}{2}$  mois. Résultat positif nul: rien que les zéros. Mais les fléchettes ajoutées à ce graphique (auquel nous donnons alors le nom „ramifié“) indiquent les tendances manifestes vers telle ou telle figure du couple. Les fléchettes en biais marquent les intéressantes réactions, quand l'animal tire de sa langue non pas sur une figure, mais sur la paroi de l'aquarium en verre.

*Fig. 15.* (page 23). Bombinateur A. (K-c'est la première lettre du nom générique polonais, onomatopéisant la voix de l'animal). La marche de l'expérience durant 4 mois, comportant une période initiale des réactions négatives et une seconde des réactions positives (avec une négative vers la fin). Graphique total.

*Fig. 16.* (page 24). Bombinateur B. Graphique total de la marche des essais durant 5 mois. Résultats mixtes: (+)(o)(-).

*Fig. 17.* (page 24). Bombinateur C. Individu prenant mal sa nourriture, au commencement ne mangeant presque pas, ce qui est marqué au trait interrompu. C'est pourquoi les essais sont tardifs et rares. Au mois de juillet l'habitude s'est constituée.

*Fig. 18.* (page 25). Bombinateur D. Spécimen très amaigri. Essais retardés, parallèlement de son partenaire C. L'habitude se révèle toute formée dès leur commencement. Au mois de juillet, la période „positive“ passe spontanément à celle des réactions „mixtes“<sup>1)</sup>.

---

<sup>1)</sup> Quant à la signification réelle de cette „période mixte secondaire“, c'est M-me S. Razwiłowska qui s'en occupe tout spécialement dans son travail sur le sens et la mémoire des dimensions d'un objet, qui ne tardera pas à paraître (Voir aussi R. Minkiewicz 1926). R. M.

*Fig. 19.* (page 25). Graphiques „condensés“ des expériences parallèles sur les trois Bombinateurs *A*, *C* et *D*. Remarquez les différences que nous supposons être individuelles. (Comparez encor la fig. 20).

*Fig. 20.* (page 26). Graphique „condensé“ (= *k*) et simultanément „ramifié“ (= *kr*), se rapportant au Bombinateur *D*. Les petites croix (+) et les petits traits (—) surajoutées marquent les réactions réitérées, tendant tantôt vers la même figure, tantôt vers son partenaire, soit lors de l'essai même, soit lors de l'alimentation qui le suit toujours. Parmi ces réactions surajoutées prévalent les positives, quel qu'y fût le résultat principal de l'essai. (N.B. Les tirs de langue sur la paroi de l'aquarium n'y sont pas indiquées).

### Materiał i metoda.

Brałam do doświadczeń płazy pięciu rodzajów, należących do odległych od siebie grup systematycznych, mianowicie: Rzekotki (*Hyla arborea* L.), Kumki (*Bombinator igneus* Laur.), Żaby zwykłe wodne (*Rana esculenta* L.), Ropuchy (*Bufo vulgaris* Laur.) i Huczki (*Pelobates fuscus* Laur.). Dobrze mi jednak szły doświadczenia tylko z rzekotkami. Huczki nie chciały żyć dłużej, ropuchy nie dawały reakcji ani ujemnych ani dodatnich, żaby wodne reagowały nader rzadko i niezbyt jednolicie, zaś kumki, mimo iż bardzo wiele im czasu poświęciłam w drugiej połowie studjów moich, nie dały mi wyników, któreby mię zadowolily, choć niektóre z nich reagowały dostatecznie często.

Pracę rozpoczęłam w połowie listopada r. 1919 i prowadziłam ją codziennie (z paru zaledwie przerwami z powodu choroby) do końca lipca 1920. Że ogłaszam pracę tak późno, winne jest temu przejście moje do studjów lekarskich, które mi kilka lat całkowicie pochłoneły. I wyznaję, nigdybym zapewne nie ukończyła zmundnego opracowania materiałow doświadczalnych, gdyby nie czynna w tem pomoc prof. R. Minkiewicza, który zadał sobie trud przestudjowania kartę po karcie wszystkich dzienniczków moich.

Przerwy w pracy przypadły: pierwsza na 8—16 marca, druga na 17—29 czerwca oraz na 4—13 lipca (obie ostatnie licząc z jedną, wobec bardzo blizkiego sąsiedztwa).

Metoda doświadczalna wzięta w całości z pracy prof. R. Minkiewicza nad pamięcią ryb morskich (1913, str. 6 i 49—



50), tak co do układu i techniki, jak co do wyboru i sporządzenia kształtów przedmiotów, podawanych płazom do rozróżnienia i utrwalenia w pamięci. Szczegóły koniecznego przystosowania metody do moich zwierząt zostały również opracowane przez prof. R. Minkiewicza (1926, Wstęp do serji).

Kształty, dla uniknięcia powikłań nieobliczalnych i skrótów optycznych, brałiśmy wyłącznie planimetryczne. Dla usunięcia ewentualnego wpływu czynnika wielkości płaszczyzny, kształty te były ściśle równopowierzchniowe, mianowicie o powierzchni = 21 cm<sup>2</sup>.

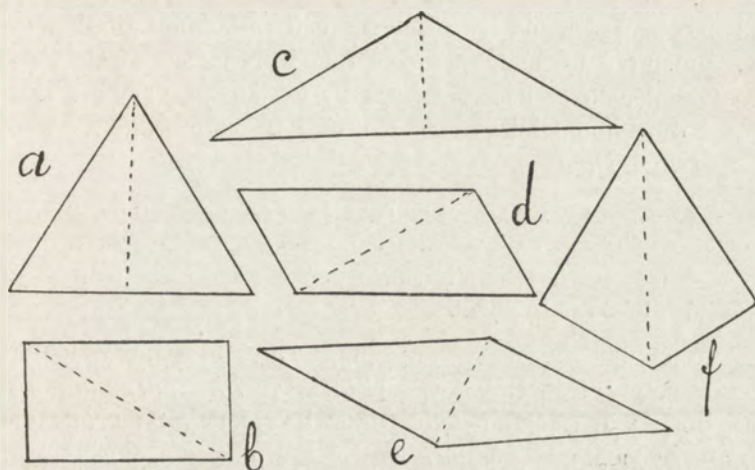


Fig. 1. Sześć równopowierzchniowych kształtów, powstałych z przykładania do siebie dwóch jednakich trójkątów prostokątnych. Nazywamy je: *a* — trójkąt wysoki, *b* — prostokąt, *c* — trójkąt płaski, *d* — romb, *e* — figura wydłużona, *f* — wielokąt. Wszystkie w pozycji takiej, jak były umocowywane do kolanek aparatu i ukazywane żabom. Wielkość naturalna.

Sporządzenie ich nie nastęrcza żadnej trudności i, według sposobu prof. R. Minkiewicza (1913 fig. 7—8, str. 49), nie wymaga żadnych obliczeń. Przykładając do siebie dwa wycięte z kartonu jednakowe trójkąty (prostokątne i nierównoboczne) rozmaitemi bokami, otrzymujemy sześć (6) wyraźnie odmiennych postaci<sup>1)</sup> o jednakiej powierzchni, więc i jednakim promieniowaniu. Obrysowujemy każdą z tych postaci na

<sup>1)</sup> Dla ułatwienia sobie wystowienia wprowadziliśmy następujące nazwy tych figurek: *wydłużona, rombowa, prostokąt, trójkąt płaski, trójkąt wysoki, wielokątna* (rys. 1).

białym bristolu i wycinamy. Oto i wszystko. Sporządzamy od razu większy zapas tych „figurek“.

Umocowujemy po dwie figurki na swobodnych końcach zgiętego w postaci litery Y drutu, którego kolanko wyginamy tak, by tworzyło haczyk do zawieszania na ścianie akwarjum, w którym znajduje się zwierzę (porównaj R. Minkiewicz 1926 fig. 2). Akwarja były wszystkie jednakich rozmiarów:  $18 \times 12 \times 18$  cm. Ustawiałam je obok siebie na stole, w jednakowych warunkach  $t^0$  i oświetlenia, osłaniając ich boki czarnym kartonem do pewnej wysokości, aby popierwsze, płazy nie widziały reakcji sąsiadów ani podawanych sąsiadom figurek i owadów, powtóre, by manipulacje moje i obecność w sali innych ludzi nie niepokoiła ich. Akwarja były stale przykryte i zawierały na dnie mniej lub więcej wody, lub tylko wilgoci, stosownie do potrzeb gatunku zwierzęcia.

Przyszyte na glucho do drutu figurki, naturalnie, utrzymywane są w stanie nieuszkodzonym i niepogniecionym, i wstawiane są tak by przylegały do ścianki akwarjum i nie mogły dawać skrótów optycznych.

Do środka figurki, którą pragniemy utrwalić w pamięci zwierzęcia, przyszywamy owad (*Blatta v. Phyllodromia germanica*), tak lekko (pojedynczym przewlekaniem nitki króciutkiej), by zwierzę mogło łatwo go ściągnąć szarpnięciem. Owad żywy, rzecz prosta, nie tylko ruszający mackami i nogami, ale zwykle kręcący się po figurce w usiłowaniu ucieczki.

Dodać muszę, że w końcu trzeciego miesiąca doświadczeń spostrzegłam, że nie uwzględniałam w dostatecznej mierze czynnika układu przestrzennego figurek (prawo-lewego ich stosunku wzajemnego), co mogło — być może — wpływać na wyniki. Od połowy lutego dbałam już o to, by za każdym razem zmieniać ten stosunek pary figurek, tak że odtąd figurka dodatnia (to zn. ta, którą chcemy utrwalić w pamięci zwierzęcia, a którą, dzięki stałej obecności na niej owada, czynimy pociągającą<sup>1)</sup>) była raz na lewym odnózu drutu raz na prawym. Czyniłam

---

<sup>1)</sup> Znaczenie terminów — patrz pracę wstępną prof. R. Minkiewicza: Doświadczenie wzrokowe płazów I, rozdział 6.



to, wyginając odpowiednio za każdym razem kolanko aparatu (haczyk).

Figurka dodatnia (+) jest więc w naszej metodzie figurką „zasadniczą”. Drugą figurkę, która jedynie towarzyszy tamtej stale, lecz sama przez się — wobec braku owada — przyciągać wzroku nie jest zdolna, nazywamy „dodatkową” i oznaczamy znakiem (—). Ten znak nie mówi bynajmniej, iż jest ona dla zwierzęcia odpychająca, negatywna naprawdę. Oznacza tylko brak czynnika bezpośrednio, pierwotnie pociągającego (R. Minkiewicz, 1926).

Czas rozpoczęcia „prób” („próba — to zawieszanie figurek bez owada) zależał od tego, jak zwierzę zachowywało się w „doświadczeniach”. Skoro nauczyło się nie tylko zwracać uwagę na wstawione figurki (to zn. zwracać się całym ciałem w stronę figurek — nieraz na sam dźwięk uderzenia drutu o szkło, tudzież zwracać ku nim głowę i oczy), ale rzucać się natychmiast ku figurce z owadem lub przynajmniej, jak ropuchy, podchodzić ku niej zaraz i zrywać owad, — uważałam, że „próby” rewelacyjne, bez owada, można już rozpoczynać.

Odległość tego momentu od początku doświadczeń różniła się znacznie u rozmaitych gatunków. Podczas gdy z huczkami (*Pelobates*) nie wahałam się rozpoczynać próby już po tygodniu, z rzekotkami (*Hyla*) ociągałam się jeszcze po trzech tygodniach, mimo bardzo wielkiej ich ruchliwości i nerwowości naturalnej.

„Próby” ponawiałam często, nieraz (jak z rzekotkami) codnia lub prawie codnia, zresztą zależnie od rezultatu prób i związanego z nim dalszego planu postępowania.

Po każdej próbie, niezależnie od jej wyniku (pozytywnego, negatywnego czy zerowego), zwierzę było natychmiast karmione zwykłym trybem, na figurce „zasadniczej”, w celu podtrzymania i dalszego utrwalania nałogu.

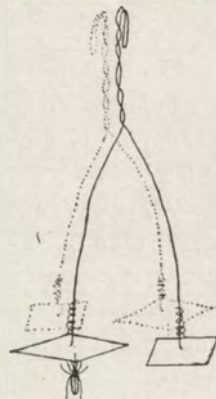


Fig. 2. „Aparat” z drutu z haczykiem odchylanym dla zmiany układu topograficznego figurek, w obu pozycjach: w pierwszej—figurka „zasadnicza” zlewa i drugiej (punktowanej) — zprawa.

## Przebieg i wyniki doświadczeń.

Szczegółowo opiszę tu tylko przebieg doświadczeń z rzekotkami, te bowiem jedynie uważam za skończone i miarodajne. Doświadczenia z innymi gatunkami podam króciutko w osobnym paragrafie.

### 1. Tworzenie nałogu u *Hyla arborea*.

U obu wziętych rzekotek figurką zasadniczą (dodatnią) była wydłużona<sup>1)</sup>, natomiast dodatkowe figurki były u każdej inne: osobnik *A* miał rombowa<sup>1)</sup>, osobnik *B* wielokątną<sup>1)</sup>

Przyzwyczajanie się do figurek (jako całości aparatu, łącznie z drutami) wymaga tu czasu. Z początku działają one odstrasząco, mimo obecności ruszającego się owada. Żabki łążą wszędzie po ściankach akwarjum, czasem znać, że owad zwrócił ich uwagę na chwilę, ale do rzucenia się nań nie pobudza od razu. Pierwszych dni doświadczeń trzeba było czekać na skok ten bardzo nieraz długo, zwłaszcza u osobnika *B*.

Powoli jednak czas wyzwalania się reakcji chwytania skracał się stopniowo, przechodząc od 45—50 minut do 40, 30, 25, 15, 10, aż wreszcie rzekotki rzucały się nieraz (nie zawsze!) natychmiast po wstawieniu aparatu.

Wpływ odpychający i hamujący aparatu był przewyciężony zupełnie; pobudliwość na owad wyczulona (czy i „uwaga“?). Można zaczynać „próby“. Czy aparat już został skojarzony tak silnie, by reakcję ruchową wyzwałać samodzielnie, w nieobecności owada? i czy została wyróżniona w tem skojarzeniu figurka „zasadnicza“ (wydłużona) tak, by stała się naprawdę pociągającą, „dodatnią“?

Był to już dwudziesty dzień od początku doświadczeń (6/XII). A mimo to, osobnik *A* nie zareagował na próbę (wynik = 0), chociaż czekałam na reakcję bardzo długo, zanim zdecydowałam się wyjąć aparat, by za chwilę wstawić go z po-

---

<sup>1)</sup> Znaczenie nazw patrz na rys. 1 (str. 9). Narysy nasze, zresztą zawierają wszędzie miniaturowe podobizny użytych w danem doświadczeniu figurek stałych oraz wprowadzanych chwilowo, tuż obok odpowiednich dat krzywej.



wrotem, już z owadem na figurce zasadniczej, iżby zwykłym trybem zwierzę nakarmić i nałóg dalej utrwaląc.

I tak w ciągu 2<sup>1</sup>/<sub>2</sub> tygodni jeszcze dawała rzekotka *A* próby zerowe (0), bez wyniku, chociaż w sposobach zachowania się, ustawiania oczu, zwracania głowy, skierowywania się zdradzała zainteresowanie się figurką zasadniczą po wstawieniu aparatu (zwłaszcza w dniach 8 i 9, 19 i 20 grudnia).

Hyla *B* dała wprawdzie za pierwszą próbą (6/XII) reakcję pozytywną (+), rzuciwszy się na figurkę zasadniczą (wydłużoną), ale poza tym jedynym razem stała wciąż na zerze (0), zupełnie jak

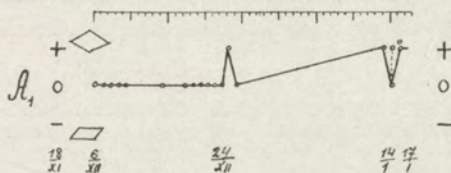


Fig. 3. Hyla *A*. Wykres tworzenia nałogu do figurki wydłużonej. Żadnej reakcji ujemnej (do figurki dodatkowej, rombowej). Niereagowanie na próbę (zera) lub reakcje dodatnie. Kółka jedno nad drugim oznaczają uderzenie ponowne lub reakcję podczas karmienia po próbie (uderzenie w figurkę mimo obecności owada). Skala nad wykresem znaczy dni (oraz odstępy 5 i 10-dniowe). Liczby w dole oznaczają główne daty (miesiące — liczbą rzymską): pierwsza poprzedzająca wykres — datę rozpoczęcia karmienia na figurkach, inne — daty prób.

tamta, i następną reakcję pozytywną ujawniła dopiero po sześciu tygodniach (15/I) i to jako sporadyczną tylko a nie stałą.

Nie znaczy to, oczywiście, że pamięć figurki zasadniczej nie była w tym okresie rzekotek utrwaloną. Przeciwnie raczej, skoro nie dała żadna z nich ani jednej reakcji ujemnej (—): nie uderzyła nigdy w figurkę „dodatkową“. Znaczy to jednak, że skojarzenie figurki zasadniczej z popędem ruchowym było zbyt słabe, a przynajmniej zbyt mało aktywne, by reakcję nieodwrotnie wyzwoić. Innymi słowy: nałóg do figurki nie był jeszcze dostatecznie silny. (A do całości aparatu?)

W połowie stycznia, Hyla *A* dała kilka kolejno świetnych prób pozytywnych (+), uderzając natychmiast bez wahań w figurkę zasadniczą, wobec czego uznałam za możliwe przejść z nią do następnej części planu: do doświadczeń nad zamieraniem (amortyzacją) wytworzonego przeze mnie nałogu.

Hyla B dawała wciąż wyniki niedość wyraźne, najczęściej zerowe, wobec tego od 8/II próby przerwałam, by nałóg niezamącenie utrwać, z dodatkowym uwzględnieniem czynnika układu przestrzennego figurek, a mianowicie z wyłączeniem jego ewentualnego wpływu. Dopiero na początku kwietnia nałóg zdołałam ujawnić w formie trwałej w kilku kolejnych świetnych próbach, przyczem ośmieliłam się 3/IV zrobić dwie próby z przerwą tylko pięciominutową, i obie wypadły do-

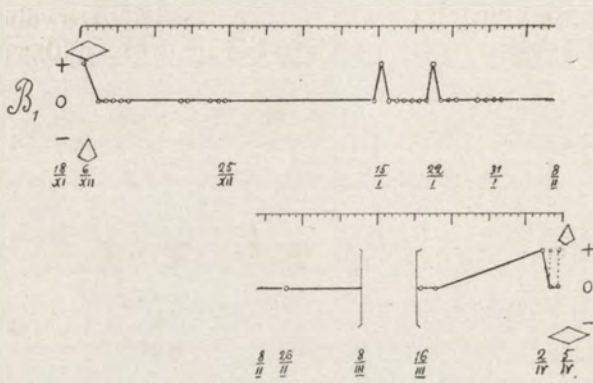


Fig. 4. Hyla B. Wykres tworzenia się nałogu do figurki wydłużonej. Żadnej ujemnej reakcji (do wielokąta). Niereagowanie (zera) lub plusy. Kółka jedno ponad drugim oznaczają uderzanie ponowne lub reakcję podczas karmienia (uderzanie w figurkę mimo obecności owada). Między klamrami—przerwa w doświadczeniu i karmieniu.

skonale, tak co do natychmiastowości jak co do sposobu reakcji. Przystąpiłam tedy z tą Hylą do odwracania nałogu bez uprzedniej amortyzacji.

Ustalenie się nałogu u obu rzekotek do figurki wydłużonej stwierdza tem samym odróżnianie przez nie tej figurki, i to nieomylnie, od ościennej równopowierzchniowej: rombowej przez Hylę A, wielokątnej przez Hylę B.

Całość przebiegu prób nad ustalaniem się nałogu u Hyl unaoczniają dwa załączone wykresy (Fig. 3 i 4).

## 2. Zamieranie (wygasanie) nałogu u *Hyla arborea*.

Doświadczenie amortyzacyjne przeprowadziliśmy z Hylą A w ten sposób, że z dniem 17/I przerwailiśmy pokazywanie figurek, karmiąc w dalszym ciągu Hylę raz dziennie o zwykłej po-



rze (godziny południowe) owadem przywiązany na takiejże nitce do nagiego aparatu drutowego („nagi drut“), aby żabka nie traciła przyzwyczajenia do aparatu i pobierania zeń pokarmu.

„Próbe“ wykonywałam co dziesięć dni, wstawiając dawniejszą parę figurek (wydłużona—rombowa), bez owada oczywiście. Po pierwszych dziesięciu dniach Hyla zareagowała szybko i potężnie, waląc w dawną „pozytywną“ figurkę. Po drugich dziesięciu dniach również, ale słabiej i wolniej. Po trzecich dziesięciu dniach nie chciała reagować (dwa dni z kolei) na figurki, ale zareagowała w ciekawy sposób na pręt drewniany, którym coś w aparacie poprawiałam (co nieraz i później widziałam u żab, po wytworzeniu u nich nałogu).

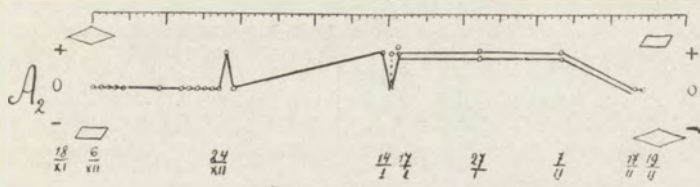


Fig. 5 Hyla A. Fazy tworzenia i wygaszania nałogu do figurki wydłużonej. Linia podwójna oznacza fazę wygaszania (amortyzacji). Reszta jak na wykresie  $A_1$  (fig. 3). Figurki w końcu wykresu oznaczają początek nowej fazy doświadczenia.

Nie chcę twierdzić, że nałóg do figurek zamarł (wygasł) całkowicie po miesiącu niepodtrzymywania go (i kilku doznanych przez żabkę zawodach), bądź co bądź jednak utracił już wiele ze swej siły, wyzwalającej reakcję.

Postanowiłam tedy rozpocząć i tu, dla porównania z Hylą B, odwracanie nałogu, to zn. tworzenie nałogu do drugiej z figurek dawnej pary: do r o m b o w e j, pozostawiając „wydłużoną“ jako dodatkową.

Stosunku czasu wygasania do czasu ustalania na moim materiale oznaczyć, niestety! nie podobna. Hyle zbyt są kapryśne w swym reagowaniu. Zbyt często dają zera, to zn. nie reagują (a może wstrzymują się od reakcji?), a nie-reagowanie nie pozwala tu wnioskować o nieistnieniu nałogu, ani o niepamiętaniu czy niewyróżnianiu danego kształtu. Może innym pracownikom zakładu naszego poszczęści się lepiej.

### 3. Odwracanie nałogu.

Mówiłam już, że chciałam tu przeprowadzić równoległe dwie serje doświadczeń, dla porównawczego zbadania przebiegu odwracania nałogu z wygasaniem poprzednio utworzonego oraz bez wygasania, przelamując go bezpośrednio. Do pierwszego celu przeznaczyłam Hylę *A*, do drugiego Hylę *B*.

„Odwracaniem“ nazywam to dlatego, że doświadczenia prowadzę na tej samej parze figurek, tylko że obecnie wytwarzam nałóg do figurki drugiej, dawniej „dodatkowej“, a która obecnie zmienia swą rolę na odwrotną, stając się „zasadniczą“. (Stosownie do tego przenosi się jej znak w wykresach w górną partję, ponad oś zerową, i uderzenia w nią będą od-tąd, jako reakcje dodatnie (+), figurowały powyżej linii zer. Patrz R. Minkiewicz, 1926).

#### a) odwracanie bezpośrednio, bez wygaszania nałogu do figurki poprzedniej.

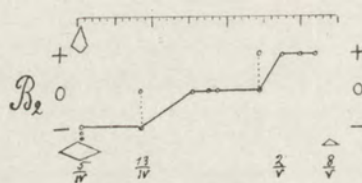


Fig. 6. Hyla *B*. Faza „odwracania“ nałogu bez uprzedniej amortyzacji. Małeńka figurka w końcu wykresu w dole znaczy początek nowej fazy doświadczenia. Kółka nad i pod wykresem, jak na fig. 3 i 4.

Ciekawa rzecz, że po odwróceniu wartości pociągającej figurek, to znaczy po przyczepieniu owada do dawniej „dodatkowej“ (wielokątnej), Hyla *B* uderzyła trzykrotnie z odstępami w figurkę wydłużoną, obecnie „dodatkową“, mimo że owad ruszał się na wielokątnej, a potem odeszła i dnia tego owada nie ruszyła. Dotychczas zaś zjadała zawsze.

Po tygodniu dała znowu reakcję słabą negatywną. Później parokrotnie (18 i 29/IV) uderzała językiem w szkło obok figurek.

Po kilku próbach zerowych (choć niekiedy wykonywała skoki charakterystyczne na dźwięk wstawianego drutu) ujawniła wreszcie po miesiącu dobrze ustalony nałóg nowy — do



figurki wielokątnej (patrz wykres  $B_2$ , będący dalszym ciągiem wykresu  $B_1$ , rys. 6).

b) Odwracanie po uprzednim wygaszaniu nałogu.

Hyla  $A$  także pierwszego dnia nie chciała wziąć owad, znajdujący się na dawnej „dodatkowej” figurce (rombowej). Daje mi to do myślenia, że mimo poprzednich—w trzeciej dekadzie amortyzacji—prób zerowych, w pamięci skojarzeniowej jeszcze tkwił znaczny ślad figurki wydłużonej. Istotnie, po ty-

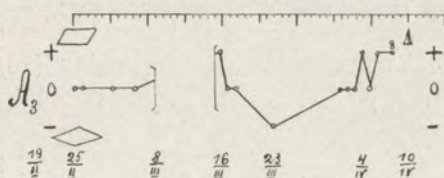


Fig. 7. Hyla  $A$ . Faza „odwracania” nałogu po wygaszeniu poprzednio utworzonego. Klamry oznaczają przerwę w doświadczeniu i w karmieniu. Reszta znaków jak na fig. poprzednich.

godniu dała w próbie słabą ujemną reakcję (zwracam uwagę, że ani Hyla  $A$  ani Hyla  $B$ , aż do chwili rozpoczęcia odwracania nałogu, żadnej ujemnej reakcji nie dały!). W tydzień później uderzyła w pręt drewniany, którym manipulowałam ostrożnie, jak to już raz, pod koniec okresu wygaszania, była uczyniła.

Niestety! przypadł właśnie w tym czasie tydzień przerwy zupełnej w doświadczeniach i karmieniu: to zn. tydzień niezamierzonej amortyzacji. Mimo to, Hyla dała pierwszego dnia po przerwie pierwszą reakcję pozytywną (16/III), by w tydzień później nawrócić w próbie jeszcze do dawniej spamiętanej figurki, i to tak silnie, że gdy po próbie wstawiłam figurki z owadem, była ponownie w figurkę tamtą, pustą.

Od 4/IV nowy nałóg ustalił się już znakomicie (p. wykres  $A_3$ , fig. 7), tak iż była we właściwą figurkę pokilkakroć, zanim zdążyłam aparat usunąć.

Można więc było przejść z obu Hylami do dalszych zagadnień.

#### 4. Wyróżnianie kształtu utrwalonego w pamięci z pośród serji innych, nowych. (Błąd mój i zaburzenia stąd wynikłe).

Jak się teraz moje żabki zachowują, gdy w parze figurek ukaże się jeden człon zupełnie nowy, w doświadczeniu dotąd niebywały, więc „obcy“?

Z reguły wprowadzałam figurkę „obcą“ na miejsce „dodatkowej“ (–), 1) aby ewentualne zaburzenie nie było zbyt wielkiem, 2) aby stwierdzić, czy zdoła Hyla odróżnić kształt utrwalony z pośród wszelkich możliwych kształtów równopowierzchniowych, podawanych obok owego „zasadniczego“.

Dwa razy tylko podałam Hyli A figurkę „obcą“ zamiast „zasadniczej“ (pozostawiając „dodatkową“ nietkniętą), na początku serji (10/IV) przypadkowo i na końcu (13/V) świadomie. I zobaczymy zaraz, jak wielka stąd wynikła różnica rezultatów<sup>1)</sup>.

Hyli B w ciągu trzech tygodniowej serji podałam 7 razy „obce“ figurki (stałe w parze z „zasadniczą“). Z tych siedmiu razy 4 razy odróżniła pozytywnie kształt utrwalony (wielokąt): raz od trójkąta płaskiego, raz od prostokąta, raz od trójkąta wysokiego, raz wreszcie od rombu. Dwa razy nie chciała reagować wogóle (0), i raz zachowała się niewyraźnie, raczej jednak negatywnie.

Wynik aż nadto przekonujący: z pośród sześciu użytych przez nas w doświadczeniu kształtów Hyla potrafi stałe wyróżnić kształt pamięciowo utrwalony, ten bowiem tylko wyzwała w niej silną i rychłą reakcję ruchową: skok i wyrzucanie języka.

Inaczej z osobnikiem A. Tu ów przypadkowy błąd mój, wprowadzenie figurki „obcej“ na miejsce „zasadniczej“ z pozostawieniem dodatkowej, wprowadził odrazu zaburzenie dla nas zresztą niezmiernie ciekawe i ważne: Hyla zareagowała, uderzając w „dodatkową“ (wydłużoną), w braku utrwalonej „zasadniczej“. Dlaczego zareagowała wogóle, niewiem. Mogła była dać zero. Ale skoro zareagowała w określony sposób, to znaczy.

<sup>1)</sup> Może nie będzie zbytecznym zaznaczyć tu, że po każdej takiej „próbie z serją kształtów obcych“ natychmiast karmiłam zwierzę na parze dotychczasowej, w trybie zwykłym, dla podtrzymania nałogu do figurki „zasadniczej“.



że odróżniła figurkę znajomą, choć niby obojętną („dodatkową“), od nieznannej „obcej“. Nie była snąc ta figurka całkiem obojętną.

Trzeba jednak przypomnieć tu, że ta „dodatkowa“ figurka niegdyś, przed dwoma miesiącami, była właśnie figurką utrwaloną w pamięci, zanim przeprowadziliśmy amortyzację i odwrócenie nałogu.

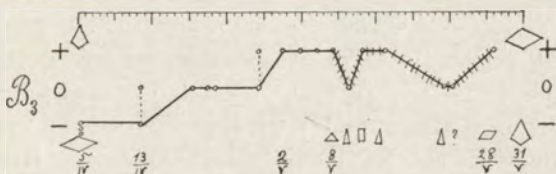


Fig. 8. Hyla B. Fazy odwracania bez amortyzacji i (po odwróceniu) badania zakresu rozróżnień. Serja nowych, obcych figurek znaczonej w dole we właściwych danych. W wykresie serja obcych figurek znaczonej linią przekreślaną (patrz R. Minkiewicza: Wstęp ogólny, 1926).

Czy byłaby niecałkiem obojętną i bez tego dawnego utrwalania jej, siłą jedynie dwumiesięcznego stałego znajdowania się obok „zasadniczej“, — nie mogą dziś rozstrzygnąć.

Po tej jednak ciekawej, lecz przypadkowej i omyłkowej w stosunku do naszych zamierzeń próbie, Hyla A w ciągu dni dziesięciu nie reagowała wcale, ani w obecności figurek nowych, ani na parę zwykłą, mimo kilkakrotnego niekiedy (14 i 15/IV) wprowadzania aparatu. Potem zaś przeszła w tak zwany przez

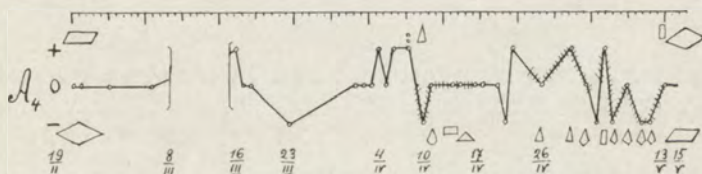


Fig. 9. Hyla A Fazy „odwracania” nałogu (po amortyzacji) i badania zakresu rozróżnień (z zaburzeniem). Znaki jak w wykresach poprzednich. Małe figurki w górze oznaczają kształty wprowadzane w próbach zamiast figurki zasadniczej, w dole — zamiast figurki dodatkowej.

prof. R. Minkiewicza „okres reakcji mieszanych“, to znaczy dawała na zmiany reakcje pozytywne i negatywne, z początku tylko wobec pary zwykłej (dając zera lub plusy wobec figurek „obcych“), a później bijąc nieraz i w obce (we wprowadzany częścię wielokąt).

Czy zaburzenie to było wynikiem tylko owego usunięcia

w próbie figurki „zasadniczej“<sup>9</sup> czy też równocześnie innych jakichś przyczyn, — nie wiem. Rzecz to dalszych badań.

Bądź jak bądź, postanowiliśmy spróbować raz jeszcze odwrócić nałóg u obu rzekotek.

### 5. Powtórne odwracanie nałogu.

Zdawałoby się, że po tak poważnem zaburzeniu nałogu, jakie rozwinęło się u Hyli A, wyrażając się między innymi w częstym uderzeniu w figurkę „dodatkową“ (wydłużoną), ponowne ustalenie nałogu do tej właśnie figurki nie będzie przedstawiało trudności ani wymagało długiego czasu. Rzeczywistość wszakże najniespodziewaniej zaprzeczyła temu.

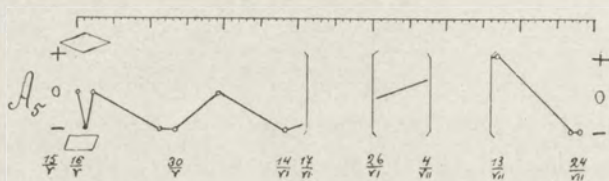


Fig. 10. Hyla A. Powtórne „odwracanie“ nałogu po zaburzeniu poprzedniem. Znaki jak w wykresach poprzednich.

Próbie wykonaliśmy umyślnie już nazajutrz po odwróceniu stosunku figurek (zamianie + na — i odwrotnie) Próba wprawdzie wypadła zerowo, ale w czasie karmienia po próbie żabka uderzyła nie w owad lecz w figurkę pustą. I w tę figurkę, która, zdawało się, już utraciła dla niej moc wyzwalamą reakcję, Hyla uderzyła w próbie następnej i wiele jeszcze razy, nie dając w ciągu miesiąca żadnej reakcji pozytywnej, żadnego do wodu ustalania się nowego nałogu.

Później przypadły przerwy (dwukrotne, po dziesięć dni każda), ale i po tych przerwach mimo ich działania amortyzacyjnego, nowy nałóg do końca lipca się nie ustalił: jedna tylko, tuż po przerwie, reakcja pozytywna.

Nie lepiej było z odwracaniem ponownem u Hyli B. I tu po półtora miesiąca (z takiemiż przerwami) nowego nałogu nie otrzymaliśmy. Na jedną jedyną reakcję pozytywną przypada szereg ujemnych: bicie w figurkę dawniej utrwaloną, i to uporczywe, kilkakroć tegoż dnia powtarzane.



Czy żaba teraz trudniej rozerwać skojarzenie nabyte? czy też, wobec kolejnego parokrotnego utrwalania nałogu raz do tej, to znów do tamtej z danej pary figurek, następuje dezorientacja? (Gdyby to drugie miało miejsce, żaba przestałaby reagować albo też weszła rychło na stałe w „okres mieszanych reakcji“,

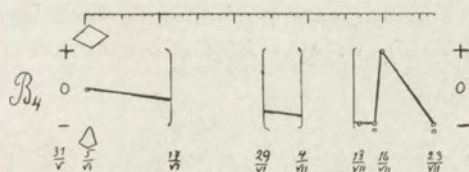


Fig. 11. Hyla B. Powtórne odwracanie nałogu (po serii figurek obcych). W klamrach przerwy w karmieniu i doświadczeniu.

czego nie widzimy. Dlaczego zwłaszcza Hyla A, mimo wprowadzonych zaburzeń, taką trwałość drugiego swego skojarzenia wykazuje, chociaż przyszło jej ono z trudem? Może właśnie dlatego, że z trudem jej ono przyszło? R. M.).

### 6. Zestawienie wyników u rzekotek.

Postąpimy tu w sposób następujący. Zamiast streszczać słownie to, cośmy tylko co rozwijali szczegółowo, sporządzimy według wskazówek prof. R. Minkiewicza (Wstęp do serii, 1926) „wykres skrócony“, z opuszczeniem prób zerowych i z opuszczeniem dni bez prób, przerw i t. p. rzeczy ubocznych.

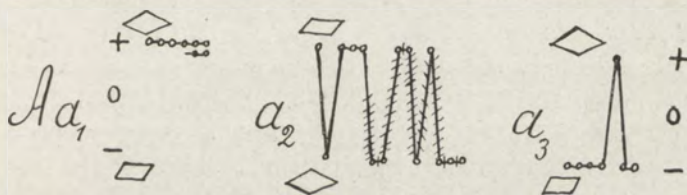


Fig. 12. Hyla A. Wykresy „skrócone“ wszystkich 5 faz doświadczenia:  $a_1$  — fazy tworzenia i wygaszania pierwszego nałogu,  $a_2$  — fazy odwracania i zaburzenia,  $a_3$  — faza ponownego odwracania.

Pominiemy więc zupełnie wartość odstępów między poszczególnymi reakcjami. Znaczymy tylko reakcje same: dodatnie (+) ponad osią poziomą wykresu, ujemne (–) poniżej tej osi.

Ten skondensowany wykres reakcyj dzielimy na trzy osobne odcinki. I-szy wyobraża przebieg pierwszego utrwalania nałogu (z okresem amortyzacyjnym lub bez, zależnie

od Hyli), II-gi wyobraża przebieg pierwszego odwracania nałogu i prób z „obcemi“ kształtami (linja przekreślana), III-ci wyobraża przebieg ponownego odwracania nałogu (powrotu do pierwszego kształtu).

Sądzymy, że zestawienie tych wykresów (1, 2 i 3) ze sobą wzajem u każdej żaby oraz porównanie równoległe wykresów  $Aa_1$  z  $Bb_1$ ,  $Aa_2$  z  $Bb_2$  i  $Aa_3$  z  $Bb_3$  mówi dostatecznie samo za siebie.

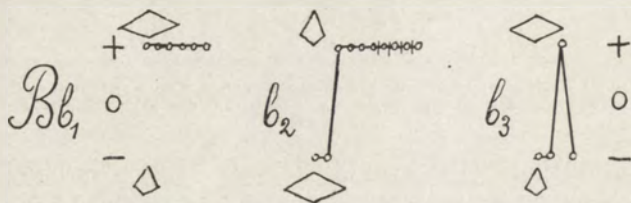


Fig. 13. Hyla B. Wykresy „skrócone“ wszystkich 4 faz doświadczenia:  $b_1$  — faza tworzenia,  $b_2$  — fazy odwracania (bez amortyzacji) i badania zakresu rozróżnień,  $b_3$  — faza powtórnego odwracania.

## 7. Doświadczenia z innymi gatunkami płazów.

(Typy reagowania, gatunkowe i osobnicze).

Jak mówiłam na wstępie, streszczę je pokrótce.

*Rana esculenta*. Z tą żabą nie udało mi się otrzymać w ciągu czteromiesięcznej pracy wyników zadowalających w sensie jakiegoś dłuższego szeregu stałych reakcyj dodatnich. Wogóle *R. esculenta* reagowały u mnie bardzo rzadko. Podczas karmienia tak mało ujawniały pocho pu do reagowania na figurki, że próby czyniłam ogromnie rzadko. Wobec tego i zerowych reakcyj mało. Zaznaczyć jednak trzeba, że pierwsza próba u obu osobników wypadła (+), poczem osobnik *D* już nie reagował wcale na próby, zaś osobnik *X* na pięć prób dał dwa (+), dwa (0) i jeden tylko (—).

*Pelobates fuscus*. Dwa osobniki reagowały niezwykle szybko i oba dały pierwszą próbę (+), osobnik pierwszy po tygodniu, drugi po 12 dniach. Jeden zdechł wkrótce bez prób dalszych, drugi po 18 dniach, dając jedną reakcję ujemną i trzy zerowe.

*Bufo vulgaris*. Z trzech ropuch, żadna nie dała ani jednej reakcyj, mimo iż były po dwa i pół miesiące w doświadczeniu. Podłaziły jednak nieraz powolutku tuż do figurek (zwykle do za-



sadniczej), patrzyły na nie, nieraz zwracały oczy i głowę całą ku figurce „zasadniczej“, uderzały nawet w szkło akwarjum obok figurki „zasadniczej“ lub pomiędzy obiema figurkami, ale nigdy żadna w figurkę nie uderzyła. Same zera w wykresie. Jadły normalnie.

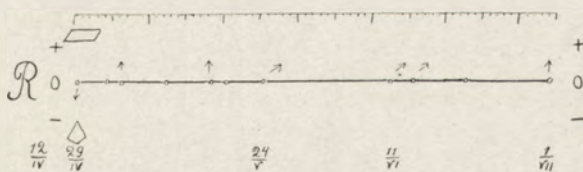


Fig. 14. Bufo R. (= Ropucha). Wykres przebiegu  $2\frac{1}{2}$  miesięcznego doświadczenia nad tworzeniem nałogu do figurki rombowej. Wynik żaden (same zera). Strzałki obok wykresu oznaczają wyraźne tendencje ruchowe ku tej lub innej figurce (prócz pierwszej wszystkie dodatnie). Strzałki ukośne oznaczają uderzanie w szkło akwarjum pomiędzy obu figurkami, podczas prób.

[Całe zachowanie się ropuch zdaje się mówić, że ta wolność ruchów właśnie chroni je od daremnego bicia w figurki puste (bez jada). Wygląda to tak, jakgdyby skojarzenie się utworzyło, ale siła wyzwalamąca dostrzeżonej figurki była niedostatecznie czynna, jakby hamowana przez coś. R.M.]

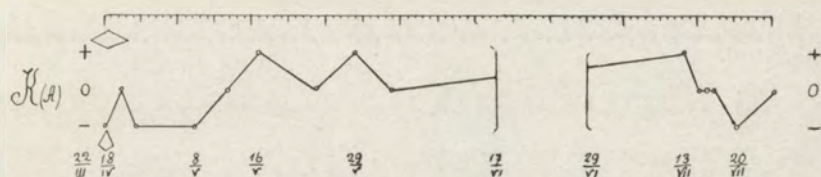


Fig. 15. Bombinator A. Przebieg cztery miesięcznego doświadczenia z przerwą. I okres reakcyj ujemnych, II okres reakcyj dodatnich, pod koniec jedna ujemna znowu.

*Bombinator igneus*. Z kumkami wykonałam wiele i bardzo długotrwałych doświadczeń, po 3—4 miesiące, a z kumką B nawet w ciągu siedmiu z górą miesięcy. Naogół reagowały rzadko, więc i próby z nimi czyniłam rzadko.

Kumka A po szeregu reakcyj ujemnych, przeszła — po dwumiesięcznym karmieniu — na dodatnie, trwające dwa miesiące i dopiero w końcu lipca dała znowu jedną ujemną. Figurką „zasadniczą“ była wydłużona, „dodatkową“ — wielokąt.

Kumka B parę pierwszych reakcyj (po miesiącu) miała dodatnich, później do końca wykazywała „okres mieszany”, bijąc czasami dla odmiany w szkło akwarjum.

Figurki: wydłużona (+), wielokąt (—).

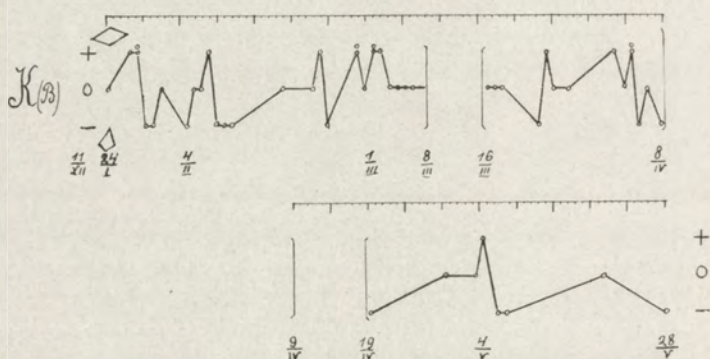


Fig. 16. Bombinator B. Przebieg pięciomiesięcznego doświadczenia nad tworzeniem nalogu do figurki wydłużonej. Reakcje wciąż „mieszane” (+ 0 —).

Kumka C, bardzo źle jadająca (a od 12/IV do 24/V wcale jeść nie chciała) dopiero w lipcu zaczęła reagować, i po jedynej reakcji ujemnej (pierwszej) dała kilka dodatnich. Nałóg ustalił się do figurki wielokątnej, przy „dodatkowej” wydłużonej.

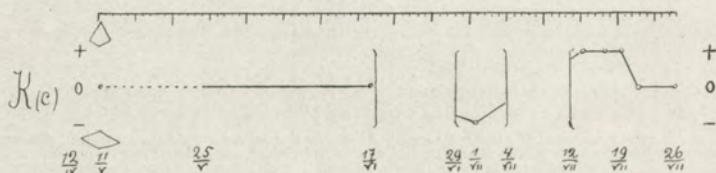


Fig. 17. Bombinator C. Źle jada, z początku prawie wcale nie jada (linia przerywana). Dlatego spóźnione i rzadkie próby. Nałóg ustala się w lipcu.

Wreszcie „kumka D po półtora miesięcznym karmieniu dała w ciągu pierwszego miesiąca prób same dodatnie odpowiedzi, w lipcu zaś przeszła w „okres reakcyj mieszanych”. Figurką zasadniczą była prostokątna, obok wielokątnej „dodatkowej”.

Dodam, że kumki A, C i D były wzięte do doświadczeń w jednym czasie (koniec marca — kwiecień).



Porównyując szczegółowy przebieg doświadczeń nad kumkami (p. cztery wykresy), uderzeni jesteśmy różnorodnością typów reagowania. Podczas gdy osobnik *A* przechodzi

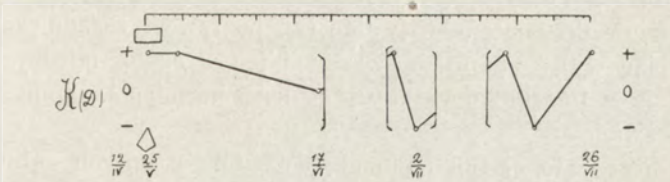


Fig. 18. Bombinator *D*. Bardzo chuda. Próby dla porównania z kumką *C* późno rozpoczęte, gdy nałóg już był zupełnie utworzony. W lipcu okres pozytywny przechodzi samorzutnie w „mieszany“.

z okresu reakcji ujemnych do dodatnich, osobnik *D* daje od razu szereg dodatnich, zaś osobnik *C* po długim okresie zerowym ustala nałóg (po jednym wahnieniu). Z drugiej strony, gdy osobniki *C* i *A* (w pewnym stopniu) utrzymują raz ustalony nałóg, osobnik *D* przechodzi później w okres reagowania na obie figurki: zasadniczą i dodatkową, zaś osobnik *B*, można rzec, od razu w taki mieszany okres wpada i wyjść zeń, mimo przerw lub dziesięciodniowej amortyzacji (karmienie na drutach samych, 8—19/IV), nie jest w stanie. (Patrz jeszcze nasze wykresy skondensowane, fig. 19).

Zamaly mam materiał, bym mogła twierdzić z pewnością, że są to istotnie typy indywidualne reagowania (zab<sup>1)</sup>), wszystko jednak na to wygląda. Przejawia się to, zresztą, i w rozmaitych innych szczegółach zachowania się. Np. jeden osobnik szybciej przyzwyczaja się do aparatu i moich manipulacji, gdy inny, tegoż wieku i równocześnie z tymym złowiony i wzięty do doświadczeń, nie

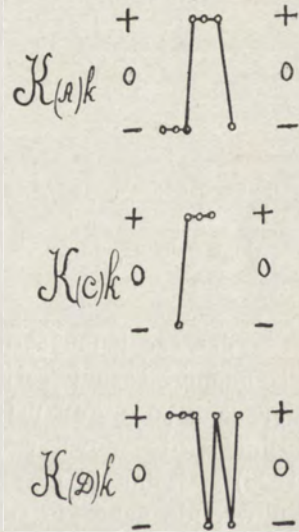


Fig. 19. Wykresy „skrócone” przebiegu doświadczeń nad kumkami *A*, *C* i *D*, z pominięciem przerw i wyników zerowych (= prób bez wyniku). Trzy odrębne typy przebiegu.

1) [Sprawę typów reagowania, u płazów tegoż gatunku, zajmuje się bardziej szczegółowo w swej pracy nad zmysłem wymiarów przedmiotu kol. S. Razwiłowska. R. M.]

może się długo oswoić. Jeden zjada owad spokojnie, inny rzuca się nań z pasją, np. kumka *B*. Gdy większość daje w próbie reakcję jedną (bije raz), kumka *B* w połowie wypadków reaguje kilkakrotnie, rzucając się błyskawicznie od jednej figurki do drugiej i znów do tamtej, lub waląc raz po raz w „zasadniczą“, zanim zdąży wyjąć aparat, a czasem bijąc w szkło między figurkami lub w figurkę „dodatkową“ podczas karmienia, zanim zwróci się ku owadowi.

Dotyczy to nie tylko kumek, lecz także innych gatunków, np. rzekotek. U kumek jednak ujawniło się to w formie najjaskrawszej.

Prof. R. Minkiewicz poradził mi uwydatnić te osobliwe szczegóły zachowania się kumki *B* w sposób następujący (na wykresie skondensowanym, fig. 20):

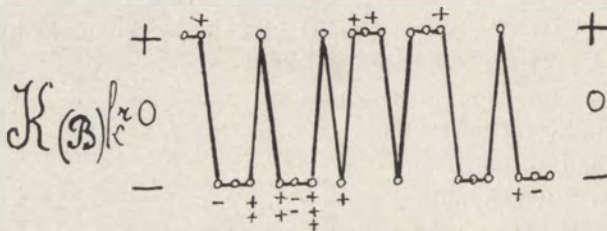


Fig. 20. Bombinator *B*. Wykres „skrócony“ (*k*) i równocześnie „rozgałęziony“ (*r*). Drobne znaczki + i - oznaczają ponowne, nieraz wielokrotne uderzenie w tą samą lub odmienną figurkę, natychmiast lub podczas karmienia po próbie. Przeważnie biją w figurkę zasadniczą (+), niezależnie od tego, co dały najpierw w próbie. Uderzenia w szkło akwarjum nie pokazane.

Jeszcze jedna sprawa. Jak widzieliśmy, nie mogłam, mimo siedmiomiesięcznej serii doświadczeń nad kumką *B*, wyprowadzić ją z „okresu mieszanego“, to jest uderzania raz w „zasadniczą“ to znowu w „dodatkową“ figurkę (R. Minkiewicz, 1926). Czemu to przypisać? Czyżby zwierzę to, tak żywe i ruchliwe, nie nauczyło się rozróżniać figurki wydłużonej od wielokątnej, gdy inne żabki tę umiejętność zdobyły? Czy też inna tu, ogólniejsza była przyczyna? Bo przecież widzieliśmy po zaburzeniu określiłem takiż objaw, jako przejściowy wprawdzie, u rzekotek. A przykład kumki *D* mówi również, że osobnik o ustalonym nałogu zróżnicowanym może go z czasem utracić, nie wiem, zresztą, dla jakich powodów, boć metody postępowania nie zmieniałam przez cały ciąg doświadczeń.



I oto powstaje zagadnienie pochodzenia i znaczenia okresu reakcyj mieszanych.

Do rozwikłania jego wszakże, a nawet do ściślejszego sprecyzowania, osobiście nie mam materiału<sup>1)</sup>.

### Wnioski.

1. Wbrew utartym poglądom, płazy bezogonowe zdolne są reagować na przedmioty nieruchome i martwe.

2. Płazy widzą doskonale kształty drobnych przedmiotów, najzupełniej im życiowo obcych, jak np. wykrawki białego kartonu (bristolu).

3. Subtelność zmysłu wzroku płazów jest w tym zakresie bardzo znaczna, skoro rzekotki np. dokładnie i szybko odróżniają przedmioty równopowierzchniowe sześciu kształtów planimetrycznych z rysunku № 1 (str. 9), mimo że niektóre z tych kształtów nie byłyby naprawdę łatwe do odróżniania dla mniej-szej dziatwy naszej, np. figurka rombowa a wydłużona, trójkąt wysoki a t. zw. wielokąt, albo trójkąt płaski a figurka wydłużona.

4. Płazy zdolne są tworzyć nałogi zróżnicowane do kształtu przedmiotów, z wyeliminowaniem innych czynników, jak wielkość, barwa, kierunek w przestrzeni, umiejscowienie i t. d. Zwie-my je, za prof. R. Minkiewiczem, nałogami ikonotropijnymi.

5. Nałóg ikonotropijny polega na tem, że za ukazaniem się danego kształtu wpośród innych zwierzę reaguje ruchowo tylko na ten kształt: zwraca ku niemu oczy, zbliża się, rzuca się nań, bije weń językiem lub chwyta go szczękami, więc zachowuje się wobec niego tak, jak w naturze zachowuje się tylko wobec żywej zdobyczy (np. poruszającego się owada).

6. Łatwość tworzenia nałogów ikonotropijnych jest bardzo znaczna, skoro w trudnych warunkach naszej metody ustalają się one już po kilku tygodniach (a zapewne i znacznie wcześniej, np. u kumek), to znaczy, po bardzo niewielkiej liczbie powta-

<sup>1)</sup> [Zagadnieniem pochodzenia i znaczenia okresu mieszanego wtórnego (nie wstępnego!) zajęła się później specjalnie S. Razwiłowska. R. M].

rzań i pomimo olbrzymiego, 24-godzinnego odstępu (interwalu) między poszczególnymi doświadczeniami.

Mówiłoby to o znacznej zdolności spamiętywania (chwytności skojarzeniowej) i o znacznej trwałości poszczególnego śladu pamięciowego (skojarzeniowego).

7. Skojarzenia nałogowe są tak potężne, że mogą nieraz przeważać nad popędem instynktowym, tak iż żaba w obecności przynęty naturalnej (owada) reaguje w pierwszej linji (w pierwszej chwili) na przedmiot skojarzony, bijąc językiem węń, nie zaś w przynętę żywą.

8. Pozostawiony sam sobie, to zn. niepodtrzymywany przez dalsze powtarzania, nałóg ikonotropijny zróżnicowany powoli wygasa, zamiera. Żaba reaguje coraz słabiej, po coraz dłuższym czasie („namyśle“), wreszcie reagować przestaje. (Na oznaczenie stosunku czasu ustalania się nałogu do czasu wygasania danych nie mam). U rzekotek wygasanie trwa 3 — 4 tygodnie, w naszych warunkach.

9. Ustanie reagowania nie jest jednak dowodem zupełnego zaniku nałogu zróżnicowanego, bowiem i po miesiącu można go ujawnić drogą wprowadzenia pewnej zmiany w doświadczeniach, mianowicie drogą związania przynęty żywej z innym niż dotąd kształtem.

10. Metoda „stałej pary figurek“ (prof. R. Minkiewicza) nie tylko pozwala na wyróżnicowanie w skojarzeniu nałogowym ściśle określonego kształtu, lecz umożliwia to, co my nazywamy „odwracaniem“ nałogu, to znaczy odwracaniem roli obu figurek w zachowaniu się żaby.

11. „Odwrócenie“ nałogu nie narusza zróżnicowania jego w stosunku do innych podawanych kształtów (t. zw. „doświadczenie z serją figurek“).

12. „Odwrócić“ nałóg można, bądź wygaszając nałóg uprzednio nabyty, bądź bezpośrednio, przełamując go bez amortyzacji. (Jaki jest stosunek czasu „przełamania bezpośredniego“ do czasu „odwracania z wygasaniem“, określić z moich danych nie mogę).

13. Metoda stałej pary figurek umożliwiła nam wykazanie wielce ciekawego zjawiska związanego z „odwracaniem“ nałogu. Mianowicie, nagłe odwrócenie wartości pociągającej figurek (przez zmianę związku ich z przynętą żywą) powoduje w pierwszej



chwili dezorientację żaby, wstrząs, zaburzenie jej zachowania się, wyrażające się u Rzekotek w niespodzianej (jedynej w ośmiomiesięcznych doświadczeniach!) odmowie jadła. I to w obu wypadkach, tak w odwracaniu z przełamywaniem bezpośrednim, jak w odwracaniu z wygaszaniem. Zaburzenie przemija, zresztą, szybko.

14. W wypadku odwracania z wygaszaniem, to zaburzenie zachowania się zwierzęcia przemawia za tem, że nałóg zróżnicowany — mimo nieprzejawiania się ruchowego — trwał w formie utajonej, jako ślad pamięciowy (skojarzeniowy). Wygaszenie nie było więc całkowite.

15. Odwracanie bez wygaszania (z przełamywaniem bezpośrednim) daje doskonałą możność stwierdzenia rzeczywistego istnienia nałogu, co nabiera wagi wtedy, gdy żaba w fazie poprzedniej niechętnie reagowała (dawała okres zer). Równocześnie, ta metoda odwracania daje możność obserwowania stopniowej zmiany stosunku zwierzęcia do obu podawanych kształtów (do jednego: z dodatniego na zerowy czy ujemny (?), do drugiego: z zerowego czy ujemnego (?) na dodatni).

16. Wprowadzanie kolejne w próbach szeregu obcych kształtów w parze z kształtem utrwalonym w nałogu (skojarzonym, czyli t. zw. figurką zasadniczą) nie powoduje samo przez się zaburzenia w zachowaniu się zwierzęcia ani w nałogu. Natomiast, jednorazowe nawet wprowadzenie kształtu obcego na miejsce utralonego a w parze z figurką „dodatkową“ zdaje się odrazu dezorientować żabę i zaburzać skojarzenie nałogowe, co się ujawnia w długotrwałej odmowie reagowania (szereg zer) lub w niespodzianem pojawieniu się reakcyj na figurkę „dodatkową“ przy zwykłej parze kształtów.

17. Mimo wprowadzonych zaburzeń, skojarzenie nałogowe zróżnicowane trwa nadal i może być ujawnione natychmiast w istotnej swej, bardzo znacznej mocy drogą ponownej próby odwrócenia nałogu, która napotyka — wbrew spodziewaniu teoretycznemu — na znaczny opór<sup>1)</sup>.

<sup>1)</sup> Dlaczego nie udało nam się wogóle ponowe odwracanie nałogu u Rzekotek (to znaczy powrót do najpierwszego skojarzenia, raz już wygaszonego lub złamanego poprzednim odwróceniem), mimo dwumiesięcznych usiłowań, nie mogę znaleźć odpowiedzi. Stwierdzam to więc jedynie tutaj bez komentarzy.

18. Parę jeszcze wniosków dodatkowych. Między rozmaitemi gatunkami (rodzajami) płazów bezogonowych uwydatniają się wielkie różnice w charakterze przebiegu tworzenia nałogu, mianowicie: w szybkości reagowania, w szybkości i sile utrwalania, w zdolności wyróżnicowywania kształtów i t. d. Są to typy etologiczne rodzajowe (R. Minkiewicz).

Kumka bardzo szybko reaguje, kojarzy i wyróżnicowuje, lecz równie szybko wyróżnicowywanie traci, przechodząc w „okres reakcyj mieszanych“ (+). Ropucha nałogu nie ujawnia wogóle, nie chcąc reagować na figurki bez przynęty (choć skojarzenie zróżnicowane zdaje się mieć utworzone lecz hamowane). Rzekotka tworzy nałóg niezbyt szybko, lecz zato trwały w swem zróżnicowaniu. Żaba jadalna reaguje na próby rzadko, niechętnie, z ociąganiem się dłużej; źle też i niedokładnie zdaje się tworzyć nałóg do kształtów.

19. Obok typów rodzajowych, w tworzeniu nałogu zdają się również ujawniać różnice indywidualne pomiędzy osobnikami tegoż gatunku, np. kumki ognistej. Materiał mój wszakże jest w tej mierze niewystarczający.

## PIŚMIENNICTWO.

1. Claparède E. 1913. Die Methoden der tierpsychologischen Beobachtungen u. Versuche.
2. Gaupp-Ecker-Wiedersheim. Der Frosch.
3. Hiltzheimer M. u. Haempel O. 1913. Handbuch der Biologie der Wilbertiere. Stuttgart.
4. Hoyer H., Kowalski, Mierzejewski, Niezabitowski, Udziela. 1910. Klucz do oznaczania zwierząt kręgowych ziem polskich. Kraków. (Détermination des Vertébrés de la Pologne).
5. Loeb I. 1906. Wstęp do fizjologii porównawczej mózgu i psychologii porównawczej. (Introduction to Compar. psych. etc.).
6. Minkiewicz R. 1907/8. Próba analizy instynktu metodą obiektywną, porównawczą i doświadczalną (Versuch einer Analyse des Instincts etc.).
7. — 1913. Recherches sur la formation des habitudes et la mémoire chez les poissons. Annal. Instit. Océan. Monaco.



8. Minkiewicz R. 1914-17. Podstawy doświadczalne i teoretyczne nowego pojmowania zjawisk nerwowych. Warszawa (= Théorie du polybolisme nerveux fondamental).
  9. — 1926. L'expérience optique des Batraciens I. Introduction générale (Doświadczenie wzrokowe żab I. Wstęp ogólny). Trav. Instit. Nenci. 4. № 55.
  10. Piéron H. 1910. L'évolution de la mémoire. Paris.
-





41. J. Grobicka i J. Wasilewska. Próba analizy chemicznej ilościowej wycoczka *Paramaecium caudatum*.  
*Essai d'analyse chimique quantitative de l'infusoire Paramaecium caudatum St.* . . . . . (1—23)
42. J. Dembowski. Badania doświadczalne nad zachowaniem się kraba *Dromia vulgaris* M. Edw. II. Próba interpretacji ruchów kraba związanego.  
*Experimentelle Untersuchungen über das Verhalten von Dromia vulgaris M. Edw. II. Versuch einer Deutung der Bewegungen eines gefesselten Krebses* . . . . . (1—36)
43. M. Bogucki. O wpływie białka wprowadzonego otrzewnie na przemianę materji u płazów.  
*Influence des protéines injectées sur le métabolisme des Amphibiens* . . . . . (1—31)
44. W. S. Dembowska. Studja nad ruchami czułków wewnętrznych (antenul) kraba *Dromia vulgaris* M. E.  
*Studies on the reactions of internal antenna in the crayfish Dromia vulgaris M. E.* . . . . . (1—32)
45. J. Dembowski. Badania doświadczalne nad zachowaniem się kraba *Dromia vulgaris* M. E. III. O reakcji odwracania się.  
*Experimentelle Untersuchungen über das Verhalten von Dromia vulgaris M. E. III. Über die Reaction des Umdrehens*. . . . . (1—20)
46. W. S. Dembowska. W sprawie symbiozy kraba *Dromia vulgaris* M. E. z gąbką.  
*Zur Symbiose der Dromia vulgaris mit Suberites domuncula* . . . . . (1—24)
47. S. Garkiewicz. Dalsze przyczynki do charakterystyki „snu” małży. Rytmika serca i ruch nabłonka migawkowego.  
*Contribution à la caractéristique du „sommeil” des Lamellibranches. II. Le rythme cardiaque et le mouvement de l'épithélium ciliaire*. . . . . (1—8)
48. J. Dembowski. On the „Speech” of the Fiddler Crab, *Uca Pugilator*.  
O „języku” kraba, *Uca pugilator* . . . . . (1—7)
49. W. S. Dembowska. Studja nad regeneracją pierwotniaków. II. Stosunki rzęskowe w czasie regeneracji kilku morskich *Hypotricha*.  
*Étude sur la régénération des Protistes. L'appareil ciliaire chez quelques Hypotriches marins en régénération*. . . . . (1—20)
50. M. Bogucki. Z badań nad dzieworództwem doświadczalnem.  
*Recherches sur la parthénogénèse expérimentale*. . . . . (1—25)
51. R. Minkiewicz. Prawa polibolizmu nerwowego a definicja fizjologiczna neuroz (histerycznych i psychastenicznych).  
*Les lois du polybolisme nerveux et la définition physiologique des névroses hystériques et psychasténiques*. . . . . (1—20)
52. K. Białaszewicz. O składzie mineralnym komórek jajowych.  
*Sur la composition minérale des oeufs* . . . . . (1—17)
53. M. Pilewiczówna. O przemianie azotowej u owadów.  
*Sur le métabolisme azoté des insectes* . . . . . (1—25)



Wydawnictwa Instytutu im. Nenckiego są do nabycia w tomach i oddziałkach. Adres: „Ekspedycja Kasy im. Mianowskiego”. Ul. Nowy-Świat 72. Warszawa.

Les publications de l'Institut Nencki se vendent en volumes ou séparément — en tirages. Adressez les demandes: „Ekspedycja Kasy im. Mianowskiego”. 72, rue Nowy-Świat. Varsovie.

---