

ACTA BIOLOGIAE EXPERIMENTALIS

VOL. II.

SUBVENTIONNÉ PAR LE MINISTÈRE DE L'INSTRUCTION PUBLIQUE

ÉDITÉ PAR L'INSTITUT NENCKI
(SOC. SCI. VARS.)
8, RUE ŚNIADECKI
VARSOVIE
1928

Acta Biologiae Experimentalis

Czasopismo, ogłaszające rozprawy naukowe z zakresu fizjologii i chemii fizjologicznej roślin i zwierząt, morfologii doświadczalnej, zoopsychologii oraz dziedzin pokrewnych. Ponadto—specjalny dział p. t.: „Bibliographia Polonica”.

Wydawnictwo to będzie ukazywało się w miarę napływania rękopisów, w liczbie około dwu tomów rocznie.

Tom I, 1928 (pod redakcją K. Białaszewicza), zawiera następujące rozprawy:

E. GODLEWSKI I UN. (Kraków): Badania nad istotą podniety zjawisk regeneracyjnych i ich hamowaniem. — H. RYCHLEWSKA (Warszawa): O cieple spalania mięśni żywych. — J. K. PARNAS (Lwów): Badania nad powstawaniem amoniaku i zależnością tej sprawy od czynności mięśni. — S. KOPEĆ (Puławy): O wpływie głodzenia na długość życia formy dojrzałej *Drosophila melanogaster*. — WL. VORBRÖDT (Kraków): O związkach fosforowych grzybnikropidłaka (*Aspergillus niger*). — ST. J. PRZYŁĘCKI (Warszawa): Wpływ struktury na kinetykę desmolaz. Część I. Układy: urikaza, kwas moczowy, węgiel czynny i nieczynny oraz białko. — E. MALINOWSKI (Skierniewice): Hipoteza powinowactwa chromosomów. — F. ROGOZIŃSKI i M. STARZEWSKA (Kraków): O trawieniu ligniny przez zwierzęta przeżuujące. — J. V. SUPNIEWSKI (Warszawa): Związek między budową chemiczną i własnościami farmakologicznymi w grupie związków imidazolowych. I. Badania nad pochodnymi metylimidazolu. — T. VIEWEGER (Warszawa): Skład chemiczny węgorzy głodzonych. — K. BIAŁASZEWICZ (Warszawa): Studja porównawcze nad składem cieczy międzycząstkowej komórek jajowych. — BIBLIOGRAPHIA POLONICA za rok 1927.—Z 5-ma tablicami rysunków.

Cena pojedynczego tomu (20—25 arkuszy): w prenumeracie—20 zł., oddzielnie—25 zł. Współpracownicy czasopisma otrzymują 10% ustępstwa.

Zgłoszenie do prenumeraty przyjmuje:

Administracja Instytutu im. Nenckiego
(Warszawa, ul. Śniadeckich 8, tel. 274-44).

Skład główny:

„Ekspedycja Kasy im. J. Mianowskiego”
(Warszawa, Nowy-Świat 72, Pałac Staszica).

ACTA BIOLOGIAE EXPERIMENTALIS

VOL. II.

SUBVENTIONNÉ PAR LE MINISTÈRE DE L'INSTRUCTION PUBLIQUE

ÉDITÉ PAR L'INSTITUT NENCKI
(SOC. SCI. VARS.)
8, RUE ŚNIADECKI
VARSOVIE

1928

<http://rcin.org.pl>

ACTA BIOLOGICA
EXPERIMENTALIS

Redaktor:

K. BIAŁASZEWICZ.



P.180

S o m m a i r e.

№№	pp.
1. Fr. Czubalski. Zmiany chemizmu, stężenia jonów wodorowych i siły trawiennej soku trzustkowego, zależne od charakteru i siły bodźca fizjologicznego. <i>Sur les différences qu'offrent les propriétés chimiques, le pH et le pouvoir digestif du suc pancréatique, suivant le genre et l'intensité de l'excitation.</i> [Institut de Physiologie de l'Université à Varsovie]	1
2. M. Bogucki. Badania nad przepuszczalnością błon oraz ciśnieniem osmotycznym jaj ryb łososiowatych. <i>Recherches sur la perméabilité des membranes et sur la pression osmotique des oeufs des Salmonides.</i> [Laboratoire de Physiologie de l'Institut Nencki à Varsovie.]	19
3. St. Chrzęszczewski i Wł. Mozółowski. Badania nad wzajemną zależnością powstawania kwasu mlekowego i amoniaku w mięśniach płazów. <i>Untersuchungen über den Zusammenhang der Milchsäurebildung und Ammoniakbildung im Amphibienmuskel.</i> [Medizinisch-chemisches Institut der Universität Lwów.]	47
4. W. R. Witanowski. O działaniu aldehydu mrówkowego na lecytynę. Przyczynek do kwestji powstawania w organizmach związków metylowanych. <i>Über die Wirkung des Formaldehyds auf das Lecithin. Ein Beitrag zur Frage des Entstehungsweise der im Organismus vorkommenden methylierten Verbindungen.</i> [Physiologisches Laboratorium. Nencki-Institut in Warschau.]	61
5. W. Z. Tychowski. Wpływ przecięcia nerwów trzewiowych na hiperglikemję, wywołaną uciskiem układu nerwowego środkowego. <i>The influence of cutting the splanchnic nerves on hyperglycemia produced by pressure on the central nervous system.</i> [The Physiological Laboratory, University of Lwów.]	73
6. M. Chejfec. Przebieg reorganizacji jądrowej u <i>Paramecium caudatum</i> . <i>On the nuclear reorganisation in Paramecium caudatum.</i> [Laboratory of Experimental Morphology. Institute Nencki, Warsaw.]	89
7. J. Żabiński. Badania nad wzrostem karalucha (<i>Periplaneta orientalis</i> L.) i prusaka (<i>Blattella germanica</i> L.) na pożywkach sztucznych i niepełnowartościowych. Część I. <i>Observations sur la croissance des blattes (Periplaneta orientalis L.) et des cafards (Blattella germanica L.), nourris d'aliments artificiels et d'aliments incomplets. I-e partie.</i> [Laboratoire de Zoologie et de Physiologie des Animaux. École Principale d'Économie Rurale à Varsovie.]	123

8. **L. Papierbuch.** Zmysł i pamięć kierunków przedmiotu u żab. Różnicowanie i uogólnianie nałogu. Formy wygaszania i ich skutki. Zaburzenia. Wyzwalanie i hamowanie reakcyj nabytych. *Le sens et la mémoire des directions d'un objet, chez les Anoures. Différenciation et généralisation de l'habitude. Formes d'amortissement et leurs résultats. Perturbations. Déclenchement et inhibition des associations contractées.* [Laboratoire de Biologie Générale de l'Institut Nencki à Varsovie] 165
9. **E. M. Mystkowski.** Wpływ jonów na działanie ureazy. *Influence of ions on action of urease.* [Department of Physiological Chemistry, University of Warsaw.] 211
10. **J. Heller.** Badania nad przeobrażeniem owadów. *Untersuchungen über die Metamorphose der Insekten.* [Medizinisch-chemisches Institut der Universität Lwów.] 225
11. **Eisenberg-Hamburg E.** Badania porównawcze nad czynnością wodniczki kurezliwych u wymoczków pasorzytniczych z jelita grubego żaby i u wymoczków słodkowodnych. Wpływ ciśnienia osmotycznego, elektrolitów i stężenia jonów wodorowych. *Recherches comparées sur le fonctionnement des vésicules pulsatiles chez les infusoires parasites de l'intestin de la grenouille et chez les infusoires d'eau douce. Influence de la pression osmotique, des électrolytes et du pH.* [Laboratoire de Physiologie Générale de l'Université Libre de Pologne à Varsovie.] 317
12. **Bibliographia Polonica.** 339

[Zakład Fizjologii Uniwersytetu Warszawskiego]

Fr. Czubalski.

Zmiany chemizmu, stężenia jonów wodorowych i siły trawiennej soku trzustkowego, zależne od charakteru i siły bodźca fizjologicznego.

Sur les différences qu'offrent les propriétés chimiques, le pH et le pouvoir digestif du suc pancréatique, suivant le genre et l'intensité de l'excitation.

Rękopis nadesłany w dniu 31. III. 1928.

Les propriétés physico-chimiques du suc pancréatique varient comme le sait, suivant les circonstances dans lesquelles il a été sécrété. Ce sont en particulier les quantités de matières solides qui varient très sensiblement et en raison inverse de la vitesse de la sécrétion. Les différences qu'offre la teneur du suc pancréatique en matières solides, intéressent avant tout les composants organiques; en effet, la quantité de sel que contient le suc en question, sécrété à différentes vitesses, est à peu près constante et s'élève, comme dans le sérum du sang, à 0.9 — 1.0%. Le présent travail, dans lequel on trouvera les résultats du dosage du soufre, de l'azote et du chlore pour le suc pancréatique, se proposait surtout d'établir, si, en présence d'une teneur égale en sel, on n'observerait pas de changements qualitatifs des composés minéraux dans cette liqueur sécrétée à différentes vitesses. Nos expériences ont fourni la preuve en premier lieu, que, comme c'était à prévoir, le taux du soufre et de l'azote est sujet à des fluctuations parallèles au contenu des matières organiques, qui varient en raison inverse de la vitesse de la sécrétion (v. tabl. I).

En ce qui concerne les composés minéraux, nous avons observé que la teneur en chlore du suc pancréatique présentait constamment de grands écarts, lorsque celui-ci était sécrété à différentes vitesses (v. les tabl. II, III et IV).

La quantité de chlore que contient le suc pancréatique varie par conséquent d'une façon en général parallèle à la vitesse de la sécrétion, de sorte que plus celle-ci est rapide, plus le contenu de cet élément diminue. Il ne saurait toutefois être question dans ce cas d'un rapport de dépendance exact et proportionnel, car c'est la nature de l'excitant qui joue ici le rôle principal (nature des aliments ingérés, v. tabl. V).

Après avoir ingéré à un chien du lait, une solution de HCl à 0.36%, ainsi que de l'eau, la teneur en chlore des portions du suc pancréatique recueillies, accusait dans nos expériences de moindres fluctuations, que dans les portions obtenues après un repos composé de viande et de pain sec. Le taux du chlore était également plus élevé dans le premier cas que dans le second. Les deux espèces d'aliments (protéines et hydrates de carbone) et sans doute aussi les graisses, sont des excitants indirects du pancréas et agissent sur lui en produisant de l'acide chlorhydrique. Les protéines et les hydrocarbonés sont également les principaux excitants qui stimulent les glandes de l'estomac et leur font sécréter le suc gastrique en abondance, par suite de quoi la teneur du sang en chlore diminue, tandis que, comme l'ont montré de nombreuses expériences, la quantité de l'anhydride carbonique fixé, ne fait qu'augmenter.

Nous comprenons ainsi pourquoi le suc pancréatique, abondamment sécrété après un régime à base de protéines et d'hydrocarbonés, contient de petites quantités de chlore, capables de diminuer encore, lorsque la vitesse de la sécrétion augmente. Par contre, le même suc sécrété après avoir ingéré du lait (qui ne stimule que faiblement l'activité des glandes de l'estomac), renferme du chlore en plus grande quantité. Le taux du chlore est également élevé dans le suc pancréatique, après l'ingestion d'une solution de HCl à 0.36% et après avoir introduit dans l'estomac de l'eau qui contient des chlorures.

Le taux moyen des chlorures dépendrait par conséquent de la qualité (du genre) de l'excitant, tandis que les variations que subit leur quantité, seraient en rapport avec la vitesse de la sécrétion, mais indépendantes de la nature de l'excitation dans les différentes expériences.

Les faits que nous venons de citer, ne sauraient guère passer pour des arguments en faveur de la théorie de PAWLOW,

relative aux excitants spécifiques, car ils paraissent confirmer au contraire l'opinion de l'école de POPIELSKI, qui explique les différences des propriétés physico-chimiques du suc pancréatique, exclusivement par l'intensité de l'excitation qui provoque la sécrétion. Nous avons observé en effet des fluctuations de la quantité de chlore en rapport avec la vitesse de la sécrétion, dans tous les cas étudiés, et toujours elle, étaient indépendantes de la nature spécifique de l'excitant.

Les différences qu'offre le pouvoir digestif du suc pancréatique après l'ingestion de pain, de lait ou de viande, s'expliquent également sans difficulté, en dépit de l'opinion de PAWLOW, comme le résultat de changements chimiques, en rapport avec la vitesse de la sécrétion.

D'autres expériences nous ont permis de constater, que le pH du suc pancréatique varie parallèlement aux variations que subit le taux du chlore. Ce changement est une conséquence de l'augmentation des taux des carbonates et il peut à lui seul exercer de l'influence sur le pouvoir digestif de cette sécrétion.

Nous avons montré que le suc pancréatique est plus alcalin après l'ingestion d'hydrocarbonés et de substances protéiques (pH = 8.23 — 8.64) et qu'il ce rapproche de la réaction neutre, lorsque l'animal a pris du lait (pH = 7.06 — 8.45; v. tabl. VI). Le pouvoir digestif du suc sécrété dépend dans une mesure encore plus large de sa teneur en chlore. Nous avons observé en effet que l'action de la trypsine et de la ptyaline pancréatique, était plus énergique dans les portions du suc qui contenaient plus de cet élément (v. tabl. VII).

Znajomość sprawy wydzielania soku trzustkowego oparta jest na klasycznych badaniach szkoły HEIDENHEINA, później PAWLOWA, wreszcie — BAYLISSA i STARLINGA. Kwestja mechanizmu wydzielania jest dzisiaj prawie całkowicie opracowana i wyjaśniona w sensie istnienia zarówno mechanizmu nerwowego jak i humoralnego. Ciągłe natomiast jest sporna teza, wysunięta przez szkołę PAWLOWA, o specyficzności soku trzustkowego w stosunku do określonej podniety.

Wiadomą jest rzeczą, że według PAWŁOWA sok trzustkowy, wydzielony pod wpływem np. diety białkowej lub węglowodanowej, zasadniczo różni się od soku, wydzielonego po diecie tłuszczowej. Różnice te mają być stałe i bardzo charakterystyczne; dotyczą one zarówno typu krzywej wydzielania, jak też ilości wydzielonego pod wpływem danego bodźca soku. Niejednakowe właściwości fizyczne i chemiczne oraz wahania ilościowe i jakościowe, zawartych w sokach fermentów, mają również charakteryzować porcje soku trzustkowego, uzyskane po białkach, węglowodach lub tłuszczach. Na podstawie tych danych, zdobytych na drodze doświadczenia, PAWŁOW i jego szkoła wyprowadzają właśnie pojęcie specyficzności podniet i specyficzności odpowiadającego im soku trzustkowego. W ujęciu PAWŁOWA mamy tu do czynienia z wielce ciekawem zjawiskiem fizjologicznem — różnego i jakgdyby celowego oddziaływania trzustki na bodźce niejednakowe pod względem chemicznym, jak białko, tłuszcze i węglowodany.

Przeciwko tego rodzaju pogładowi wystąpił w szeregu prac z całą stanowczością wybitny badacz polski POPIELSKI ('02 i '03). Stanowisko szkoły POPIELSKIEGO w tej sprawie najsilniej zostało uzasadnione w pracy MAZURKIEWICZA ('08), gdzie równocześnie znajdujemy rzeczową krytykę poglądu PAWŁOWA i jego uczniów, opartą na głębokiej analizie materiału faktycznego. MAZURKIEWICZ dowiódł na podstawie licznych doświadczeń, że różnorodność soku trzustkowego pod względem chemicznym zależy tylko od szybkości, z jaką sok wydziela się w jednostce czasu. Wchodzi więc w grę jedynie siła działającego na trzustkę w danym momencie bodźca, a nie jego specyficzność w znaczeniu PAWŁOWA. W świetle danych szkoły POPIELSKIEGO pojęcie soku nastawionego przedewszystkiem, jeżeli nie wyłącznie, na najlepsze strawienie tłuszczu, bądź białka, bądź węglowodanów — nie da się utrzymać. Stwierdzenie dalej przez DELEZENNE'A i FROUINA*) faktu, że trypsyna, w znacznym stopniu także i lipaza (M. NENCKI*), znajduje się w soku trzustkowym w stanie prawie całkowicie nieczynnym, odebrało również siłę dowodową doświadczeniom WALTERA*) o specyficzności soku trzustkowego ze względu na różną w nim zawartość poszczególnych fermentów, zależną od

*) Cytowane według BABKINA ('14).

stosowania niejednakowych bodźców pokarmowych. Pod wpływem wspomnianych badań szkoła PAWŁOWA częściowo zmodyfikowała pierwotny pogląd. Przyjmując dzisiaj do pewnego stopnia zależność cech fizyko-chemicznych soku trzustkowego od szybkości jego wydzielania, stoi ona jednak w dalszym ciągu na stanowisku istnienia różnorodności soku trzustkowego, spowodowanej — obok szybkości wydzielania — specyficnością zastosowanego bodźca.

Aczkolwiek materiał dowodowy, przytaczany obecnie przez szkołę PAWŁOWA na korzyść tego poglądu, może być poddany krytyce, to jednak dalsze prace w tym kierunku są nie tylko pożądane, lecz konieczne. Poruszona sprawa posiada bowiem charakter bardziej ogólny i dotyczy całego naszego poglądu na procesy wydzielnicze ustroju. Ta właśnie okoliczność była punktem wyjścia mojej pracy; w trakcie badań powstały zresztą nowe zagadnienia, wymagające dodatkowego opracowania i rozstrzygnięcia. Do tej pory podałem krótkie jedynie wiadomości z tej dziedziny w komunikatach na XII Międzynarodowy Zjazd Fizjologów w Sztokholmie ('26), oraz w Polskim Tow. Biologicznym ('27). Tematem niniejszej pracy jest zachowanie się składników mineralnych soku trzustkowego, uzyskanego pod wpływem różnych bodźców pokarmowych. Zawartość części organicznych w soku trzustkowym waha się, jak wiadomo, w różnych porcjach tego soku w szerokich granicach (od 1.07% — do 3.74% części stałych; od 0.23% — do 2.84% części organicznych). Według MAZURKIEWICZA zawartość części stałych zależna jest od szybkości wydzielania się soku w stosunku odwrotnie proporcjonalnym; według szkoły PAWŁOWA, zjawisko to zależne jest od specyficzności bodźca. Procentowa natomiast zawartość składników mineralnych jest, jak tego dowiódł — wbrew poglądom PAWŁOWA — MAZURKIEWICZ, wielkością stałą = ca 0.9%, identyczną więc z ilością soli w surowicy krwi. Ciekawą było rzeczą zbadać, czy składniki mineralne soku trzustkowego, uzyskanego pod wpływem różnorodnych bodźców fizjologicznych, nie dając w całości zmian ilościowych, nie wykażą jednak charakterystycznych różnic jakościowych lub ilościowych w stosunku do poszczególnych składników, badania te mogłyby rzucić światło na zasadnicze zagadnienie, od czego właściwie zależy zmienność cech fizyko-chemicznych różnych porcyj soku trzustkowego. W doświadczeniach moich zwróciłem przedewszystkiem uwagę na zawartość chlorków, w kilku

jednak przypadkach oznaczono również zawartość siarki i azotu. Ponieważ jednak wahania w ilości siarki i azotu szły jak można było przypuszczać, równoległe do zmian w szybkości wydzielania i spadku lub zwiększenia procentu składników organicznych, t. j. białka, nie będę więc dłużej zatrzymywać się nad tą sprawą, jako nie dotyczącą bezpośrednio rozpatrywanego przeze mnie w tej pracy zagadnienia. Ograniczę się jedynie do przytoczenia kilku liczb przykładowych.

Tabela I.

Szybkość wydziel. w cm ³ na 15' <i>Vitesse de la sé- crétion en cm.³ pour 15'</i>	Zawartość Cl <i>Taux du Cl</i> %	Zawartość N <i>Taux du N</i> %	Zawartość S <i>Taux du S</i> %
9.0	0.150	0.3640	0.0352
2.2	0.315	1.2350	0.1221

Wszystkie doświadczenia w liczbie 57 wykonałem na siedmiu psach z chroniczną przetoką trzustkową; jako bodźców używałem: 0.36% HCl (wprowadzanego przez sondę wprost do żołądka), mięsa, chleba samego bądź z wodą, mleka lub pokarmu mieszanego. W doświadczeniach zwracałem uwagę na stosunek składników mineralnych soku do rodzaju bodźca oraz szybkości wydzielania, przyczem ochraniałem, o ile możliwości, sok podczas zbierania przed utratą wody przez parowanie, co mogłoby być powodem błędów liczbowych i niezgodnego z faktami wnioskowania. Chlorki oznaczałem metodą VOLLHARDTA bądź WHITEHORNA.

Tabela II.

Zawartość Cl w soku trzustkowym <i>Taux du Cl du suc pancréatique</i> %	Zawartość części sta- łych w soku trzustko- wym <i>Taux des substances solides du suc pancr.</i> %	Zawartość części mine- ralnych w soku trzustko- wym <i>Taux des substances minérales du suc pancr.</i> %	U w a g i <i>Notes</i>
0.1421	1.2500	0.907	} Pies „Mity” Chien
0.1482	1.3200	0.972	
0.1834	1.5120	0.948	
0.2574	1.6260	0.988	
0.2756	1.6380	0.932	
0.2914	1.6400	0.904	} Pies „Kulawy” Chien
0.3278	1.8580	0.918	
0.5058	2.1533	0.860	

Z przytoczonych w tabeli II liczb wynika, że zawartość chlorków w różnych porcjach soku trzustkowego ulega stałym i to znacznym wahaniom. Dokładna analiza danych tabeli I wykazuje nam również, że wahania w ilości chlorków w poszczególnych porcjach soku nie są bynajmniej rzeczą przypadkową, lecz są zjawiskiem stale powtarzającym się. Przyczem zachodzi tu najwidoczniej stosunek zwykłej proporcjonalności pomiędzy procentową zawartością części stałych danej porcji soku oraz ilością w nim chlorków. Ponieważ, jak wiadomo z prac POPIELSKIEGO i MAZURKIEWICZA, zawartość części stałych soku trzustkowego maleje w miarę zwiększania się szybkości wydzielania (co również w naszych doświadczeniach stwierdziliśmy), wynika stąd, że zawartość chlorków znajduje się w stosunku odwrotnym do szybkości, z jaką sok wydzielą się. Jaki jest istotny związek pomiędzy ilością części stałych soku i chlorków, poucza nas tabela III, gdzie określiliśmy zawartość chlorków początkowo w samym soku, po strąceniu jedynie białek, następnie w popiele.

Tabela III.

Zawartość Cl w soku trzustkowym <i>Taux du Cl du suc pancréatique</i>		Zawartość części stałych w soku trzustkowym <i>Taux des substances solides du suc pancréatique</i>	Zawartość części mineralnych w soku trzustkowym <i>Taux des substances minérales du suc pancréatique</i>	U w a g i <i>Notes</i>
po zagotow. z HNO ₃ <i>après l'avoir bouilli avec du HNO₃</i>	w popiele <i>dans les cen- dres</i>			
		%	%	
0.0999	0.0947	1.496	0.920	} Pies „Milly”
0.2580	0.2489	2.534	0.914	
0.1315	0.1372	1.862	0.914	} Pies „Krasy”
0.2549	0.2549	4.332	0.816	

Związek, dający się wykazać między zawartością części stałych i chlorków, jest więc tylko pośredni. Oba zjawiska przebiegają równolegle, zależnie od jednej i tej samej przyczyny, t. j. od szybkości procesu wydzielniczego, nie wpływają jednak na siebie bezpośrednio w znaczeniu powodowania wzajemnych zmian.

Po wielokrotnem stwierdzeniu wymienionych powyżej danych należało poddać z kolei głębszej analizie sprawę niewątpliwej wzajemnej zależności ilości chlorków i szybkości wydzielania

soku trzustkowego. Przeglądając uważnie wyniki naszych licznych doświadczeń, przerobionych na obfitym materiale zwierzęcym, możemy przede wszystkim ustalić jeden fakt, a mianowicie, że nie mamy stałego średniego poziomu chlorków, charakterystycznego dla soku trzustkowego, od którego to poziomu, wspólnego wszystkim porcjom soku, odbywałyby się wspomniane już przez nas wahania, zależnie od szybkości procesu wydzielniczego. Nietylko różne, używane przez nas do doświadczeń psy, lecz nawet jeden i ten sam pies, choć coprawda w znacznie mniejszym stopniu, w różnych doświadczeniach wykazywał niejednakowy średni poziom chlorków. Wahania ilości chlorków występowały w dość szerokich granicach od 0.0765% Cl do 0.5058% Cl. Fakty te, które występowały nieregularnie i których nie można było uzależnić od jakichś ściśle określonych warunków doświadczenia czy egzystencji zwierzęcia, są zapewne wynikiem działania różnorodnych czynników, powodujących większy lub mniejszy w danej chwili zapas rezerw chlorowych krwi, bądź całego ustroju. Sok trzustkowy, jako bardziej elastyczny pod względem zawartości chlorków, niż np. sok żołądkowy, którego głównym składnikiem jest HCl, odzwierciedlałby nam w pewnym stopniu stan zapasu chlorków w danym momencie. Niezależnie jednak od różnorodności w poszczególnych doświadczeniach przeciętnego poziomu chlorków, stwierdzamy w obrębie danego doświadczenia zawsze, jako zjawisko stałe, podane już w tabeli I wahania ich ilości, uzależnione tylko od szybkości procesu wydzielniczego, co ilustruje tabela IV.

Na podstawie wyżej przytoczonych uwag nasuwało się przypuszczenie, że i to ostatnie zjawisko (zależność ilości chlorków od szybkości wydzielania) może być wyrazem nagłych zmian w rozmieszczeniu i zużytkowaniu chlorków przez ustrój oraz w chwilowym zubożeniu krwi w ten składnik podczas najintensywniejszej pracy gruczołów przewodu pokarmowego. Rozstrzygnięcie tego zagania można było znaleźć w licznych metodycznych badaniach zawartości chlorków w soku trzustkowym, wydzielonym pod wpływem ściśle określonych bodźców fizjologicznych. Badania takie przeprowadziliśmy z sokiem trzustkowym, uzyskanym po podaniu psu diety białkowej (mięso), węglowodanowej (chleb sam lub z dodatkiem zwykłej wody), tłuszczowej

Tabela IV.

Data i djeta <i>Date et régime</i>	Zawartość Cl w soku trzustkowym <i>Taux, du Cl du suc pancréatique</i> %	Szybkość wydzielania w cm ³ na 15' <i>Vitesse de la sécrétion en cm.³ pour 15'</i>	Nazwa psa <i>Nom du chien</i>
6.V. 750 g mięsa surowego <i>de viande crue</i>	0.07 0.12	40.0 12.0	} „Żółty“
13.V. 750 g chleba bez płynu <i>de pain sec</i>	0.07 0.13	26.0 9.0	
23.V. 1.5 litra mleka <i>litre de lait</i>	0.097 0.19	17.0 ca. 4.0	
28.V. 750 g chleba bez płynu <i>de pain sec</i>	0.07 0.19	30.0 ca. 5.6	
17.VI. 350 g chleba z wodą ciepłą <i>de pain avec de l'eau chaude</i>	0.06 0.10 0.195	36.3 16.0 8.0	
21.IV. 750 g mięsa surowego <i>de viande crue</i>	0.08 0.12 0.16	27.5 14.0 8.0	
3.VI. 750 g mięsa surowego <i>de viande crue</i>	0.105 0.213	18.6 3.4	
30.III. 750 g chleba zwilż. wodą ciepłą <i>de pain avec de l'eau chaude</i>	0.10 0.37	20.0 8.0	
6.IV. 1 litr mleka <i>litre de lait</i>	0.10 0.32	16.5 ca. 1.4	
29.XI. 250 g chleba + 500 cm. ³ zwykł. wody <i>de pain avec 500 cm.³ d'eau de source</i>	0.1421 0.1834 0.2756	35.0 22.0 13.0	„Mity“
10.XII. 1/10 n. HCl podany przez sondę do żołądka	0.2914	3.8	} „Kulawy“
1/10 n. HCl ingéré au moyen d'une sonde oesopha- gienne	0.3278	2.0	
21.XII. 250 g chleba + 1000 cm. ³ wody <i>de pain avec 1000 cm.³ d'eau de source</i>	0.1482 0.2574 0.2974	35.0 17.0 10.86	} „Mity“
30.XIII 600 cm. ³ mleka <i>de lait</i>	0.2380 0.2852	12.25 4.95	

(mleko), wreszcie — 0.36% HCl. Wyniki tych badań przedstawia tabela V.

W naszych doświadczeniach porcje soku, uzyskane po mleku, także po 0,36% HCl oraz częściowo po chlebie z dodaniem większej ilości wody studziennej, wykazują przeważnie mniejsze wahania w ilości chlorków oraz dość znaczny średni ich poziom, widocznie wyższy niż w porcjach soku, wydzielonych po mięsie i chlebie samym bez wody. Zjawiska te powtarzają się stale i regu-

Tabela V.

Procentowa zawartość Cl w soku trzustkowym zależnie od szybkości wydzielania pod wpływem różnych bodźców fizjologicznych.

Taux du Cl du suc pancréatique suivant la vitesse de la sécrétion se produisant sous l'influence de différents excitations physiologiques.

Po chlebie <i>Pain</i>		Po mięsie <i>Viande</i>		Po mleku <i>Lait</i>		Po chlebie z wodą <i>Pain avec eau</i>		Po $\frac{1}{10}$ n. HCl Après $\frac{1}{10}$ n. HCl	
Zawartość Cl <i>Taux du Cl</i>	Szybki. wydz. w cm^3 na 15' <i>Vitesse de la sécrétion en cm^3 pour 15'</i>	Zawartość Cl <i>Taux du Cl</i>	Szybki. wydz. w cm^3 na 15' <i>Vitesse de la sécrétion en cm^3 pour 15'</i>	Zawartość Cl <i>Taux du Cl</i>	Szybki. wydz. w cm^3 na 15' <i>Vitesse de la sécrétion en cm^3 pour 15'</i>	Zawartość Cl <i>Taux du Cl</i>	Szybki. wydz. w cm^3 na 15' <i>Vitesse de la sécrétion en cm^3 pour 15'</i>	Zawartość Cl <i>Taux du Cl</i>	Szybki. wydz. w cm^3 na 15' <i>Vitesse de la sécrétion en cm^3 pour 15'</i>
0.07	26.0	0.07	40.0	0.097	17.0	0.06	36.3	0.2914	3.8
0.13	9.0	0.12	12.0	0.19	ca. 4.0	0.10	16.0	0.3278	2.0
0.07	30.0	0.105	18.6	0.10	16.5	0.10	20.0		
0.19	ca. 5.6	0.213	3.4	0.32	ca. 1.4	0.37	8.0		
0.1506	ca. 9.0	0.06	30.0	0.2380	12.25	0.1421	35.0		
0.0972	15.0-20.0	0.52	4.0	0.2852	4.95	0.1834	22.0		
						0.2756	13.0		
		0.08	27.5			0.0947	26.5		
		0.12	14.0			0.2489	7.3		
		0.16	8.0			0.3217	4.36		
						0.1482	35.0		
						0.2574	17.0		
						0.2974	10.86		

larnie, stanowiąc charakterystyczną cechę soku trzustkowego, wydzielonego po takiej czy innej diecie. Analiza przytoczonych faktów wykazuje jednak, że nie mamy tu bynajmniej do czynienia z jakimś specyficznym oddziaływaniem trzustki na dany ściśle określony rodzaj bodźca w znaczeniu PAWŁOWA, lecz — z wyrazem zwykłych procesów chemicznych, rozgrywających się w tkankach i cieczach ustroju, spowodowanych jedynie siłą a nie jakością bodźca, stosowanego względem gruczołów przewodu pokarmowego. Wiadomą jest bowiem rzeczą, że węglowodany i białka wywołują bardzo obfitą produkcję soku trzustko-

wego, powodując w okresie pracy trzustki odciąganie z krwi znacznych ilości wody i soli. Ta okoliczność może nam tłumaczyć małą naogół procentową zawartość chlorków w soku, wytwarzanym w tych warunkach przez trzustkę, i to ze względu na istniejącą niewątpliwie w ustroju tendencję obronną przed nagłą utratą chlorków ze krwi w krótkim przeciągu czasu. Wprost odwrotnie układają się stosunki w soku trzustkowym, uzyskanym po djecie tłuszczowej, t. j. po mleku, które, jako jeden z najsłabszych bodźców fizjologicznych w odniesieniu do trzustki, daje bardzo małe ilości soku. Oba rodzaje pokarmów t. j. białko i węglowodany, a także w znacznym stopniu, jeżeli nawet nie całkowicie, i tłuszcze są przecież w stosunku do trzustki tylko pośrednimi bodźcami, działającymi przez produkcję kwasu solnego w żołądku. Białka i węglowodany są jednak najsilniejszymi bodźcami dla gruczołów żołądka i powodują produkcję ogromnych ilości soku żołądkowego. Badania LIMA i NI ('26) wykazały, że wydzielanie soku żołądkowego wywołuje znaczny ubytek chlorków zarówno z osocza, jak i ciałek czerwonych krwi. MASONI ('26) podaje, że w dwie godziny po spożyciu pokarmu można już stwierdzić ubytek 10% Cl we krwi z jednoczesnym zwiększeniem się ilości związanego CO₂. O zmniejszaniu się ilości chlorków we krwi w tych przypadkach z jednoczesnym zwiększeniem rezerwy zasadowej krwi mówi również LICHTWITZ ('27) oraz FONSECA i CARVALHO ('27). Stosunki te odbijają się również w składzie i oddziaływaniu moczu. Liczni badacze wykazali, jak podaje LAMBLING ('21), że kwasota moczu po 5—6 godzinach po spożyciu obfitego pokarmu, zwłaszcza mięsnego, który jest silnym bodźcem dla gruczołów żołądka, znacznie się zmniejsza, dochodząc niejednokrotnie nawet do oddziaływania zasadowego; stoi to zjawisko w najściślejszym związku z produkcją kwasu solnego w żołądku i chwilowym zubożeniem krwi w chlorki. Patologiczne przypadki nadkwasowości dają również obniżenie, niedomoga wydzielnicza gruczołów żołądka — podwyższenie kwasoty moczu. W tych warunkach sok trzustkowy, obficie wydzielany po djecie białkowej i węglowodanowej, będzie zawierał małą ilość chlorków, i każde zwiększenie szybkości wydzielania w jednostce czasu (co prowadzi do zwiększenia ilości soku w danym okresie doświadczenia i grozi coraz to większą utratą chlorków przez krew) wykaże nagły i wyraźny dalszy spadek chlorków. Z tych

wszystkich względów w soku trzustkowym po mleku, jako słabym bodźcu dla gruczołów żołądkowych, w mniejszym stopniu odbija się działanie owych mechanizmów, regulujących zawartość poszczególnych soli w sokach ustroju. Podobne oczywiście czynniki wchodzi w grę po zastosowaniu, jako bodźca, 0.36% HCl podanego przez sondę wprost do żołądka. W tym przypadku bowiem nie mamy do czynienia z produkcją soku żołądkowego, a więc utratą przez krew chlorków. Z innych już zapewne powodów, a mianowicie przez wprowadzenie do przewodu pokarmowego pewnej ilości chlorków z wodą studzienną, np. po podaniu chleba z dodatkiem znacznej ilości wody, możemy otrzymać w pewnych przypadkach stosunki podobne (co do zawartości chlorków w soku trzustkowym) do tych, jakie spotykamy po mleku i po 0.36% HCl.

Doświadczenia nasze stwierdziły więc istnienie stałych zmian we wzajemnym stosunku ilościowym poszczególnych składników mineralnych w różnych porcjach soku. Zmiany te, odbijające się najlepiej w zawartości procentowej Cl, nie są przypadkowe, lecz są wyrazem określonych procesów chemicznych, zachodzących w ustroju w różnych fazach pracy gruczołów trawiennych. Z tego względu wykazane przez nas wahania w procentowej zawartości Cl w soku trzustkowym są cechą charakterystyczną dla danego soku, wydzielanego pod wpływem różnorodnych bodźców fizjologicznych. Wyniki naszych doświadczeń, rozpatrywane z punktu widzenia nauki PAWŁOWA o specyficznych bodźcach wydzielniczych oraz o swoistym na nie oddziaływaniu trzustki, nie stanowią jednak, jak już wspomnieliśmy, wbrew pozorom, argumentu, popierającego słuszność tego poglądu. Przeciwnie przemawiałyby one raczej na korzyść zapatrywań szkoły POPIELSKIEGO, uzależniającej zmienność cech fizyko-chemicznych soku trzustkowego od siły bodźca, lecz nie od jego jakości. Istotnie, obserwowane przez nas charakterystyczne wahania ilości chlorków w soku trzustkowym, spostrzegaliśmy we wszystkich przypadkach, niezależnie od rodzaju, a więc swoistości bodźca w znaczeniu PAWŁOWA. Niejednakowe zaś pod względem ilościowym zmiany zależały, jak wykazaliśmy, jedynie od natężenia bodźca i wielkości wydzielania soku żołądkowego, z którym to zjawiskiem mamy w tych doświadczeniach zawsze do czynienia.

Jaskrawym przykładem słuszności tego wniosku, obok przy-

toczonych wyżej danych, może być następujący stwierdzony przez nas fakt. W jednym z doświadczeń udało się nam uzyskać w pewnym jego okresie niewielkie stosunkowo i zbliżone pod względem szybkości wydzielania dwie porcje soku trzustkowego, pomimo zastosowania bardzo silnego w zasadzie bodźca wydzielniczego, jakim jest mięso. Procentowa zawartość części stałych w obu porcjach soku wykazywała nieznaczne tylko różnice i wynosiła dla 1-ej porcji 1.786% przy szybkości wydzielania 6 cm^3 na 15', dla 2-ej porcji 1.590% przy szybkości ca 13 cm^3 na 15'; procentowe zawartości Cl były również bardzo bliskie względem siebie, a mianowicie: w 1-szym przypadku 0.2926%, w 2-gim przypadku 0.2574%. Mamy tu więc do czynienia z wysokim średnim poziomem chlorków i małymi jego wahaniami w poszczególnych porcjach, co przypomina nam stosunki, spotykane w soku, uzyskanym po mleku. Spotykamy się tu z wyraźnym działaniem siły, a nie jakości bodźca. Wypowiedziane powyżej zapatrywania, że wyniki naszych doświadczeń przemawiają raczej przeciwko koncepcji szkoły PAWŁOWA, znajdują poparcie w innych jeszcze faktach przez nas wykrytych. Mogliśmy bowiem stwierdzić, że równoległe z wahaniami procentowej zawartości chlorków w soku trzustkowym idzie zmiana koncentracji jonów wodorowych, spowodowana niewątpliwie zwiększeniem ilości związków kwasu węglowego, co prowadzi do różnic w oddziaływaniu poszczególnych porcji soku. Okazało się, że bardziej zasadowy sok uzyskujemy po dacie węglowodanowej i białkowej (pH 8.23 — 8.64), co w znacznym stopniu ułatwia zubożenie wydzielanego w dużej ilości w tym przypadku soku żołądkowego, bardziej zbliżony do obojętnego po mleku (pH 7.06 — 8.45). W obrębie oznaczonych tu granic wahania idą równoległe do zmian w szybkości wydzielania oraz zawartości chlorków. Im szybciej wydzielą się sok, tem bardziej zwiększa się jego zasadowość z jednoczesnym zmniejszeniem procentowej zawartości chlorków ¹⁾.

1) Niezupełnie zgodne z naszymi dane CARNOTA i GRUZEWSKIEJ ('25), co do koncentracji jonów wodorowych soku trzustkowego, uzyskanego w różnych okresach wydzielania soku żołądkowego, spowodowanego podaniem histaminy, tłumaczy się zupełnie innymi warunkami doświadczenia, a mianowicie doświadczenia były przeprowadzone w formie ostrej i bez zwrócenia uwagi na szybkość wydzielania poszczególnych porcji soku trzustkowego.

Już ten jeden czynnik może się odbić na sile trawiennej soku. Według bowiem HÖBERA ('22) optimum działania trypsyny leży przy pH ca 8.3; lipazy trzustkowej przy ca 8.0.

Tabela VI.

Szybkość wydziel. w cm ³ na 15' <i>Vitesse de la sécrétion en cm³ pour 15'</i>	Zawartość Cl <i>Taux du Cl</i> %	pH	U w a g i <i>Notes</i>
1.4	0.320	7.53	Po mleku
2.5	0.230	7.78	<i>Après du lait</i>
8.0	0.370	8.46	Po chlebie
20.0	0.100	8.64	<i>Après du pain</i>
3.4	0.213	7.93	Po mięsie
18.6	0.105	8.46	<i>Après de la viande</i>

W większym jeszcze niewątpliwie stopniu siła trawienna danego soku zależeć będzie bezpośrednio od różnej w nim zawartości chlorków. W literaturze istnieją liczne dane, świadczące o wpływie składników mineralnych na siłę działania fermentów. Według DELEZENNE'A ('26) sole wapnia np. mają odgrywać rolę niezawodnego aktywatora soku trzustkowego. TERROINE i PRZYŁĘCKI ('23) spostrzegali, że trypsyna całkowicie przestaje działać, jeżeli poddamy sok trzustkowy dializie. Inni badacze, jak podaje HAMMARSTEN ('14), zauważyli specjalnie dodatni wpływ chlorków na trawienie węglowodanów przez ptyalinę śliny. Podobne stosunki udało się nam również stwierdzić w działaniu ptyaliny trzustkowej. Zauważyliśmy również, że działanie trypsyny jest wydawniejsze w porcjach soku z większą zawartością chlorków.

Tabela VII.

Zawartość Cl w so- ku trzustkowym <i>Taux du Cl du suc pancréatique</i> %	Siła traw. białka metodą Mett'a <i>Pouvoir de digérer les protéines (meth. de Mett)</i>	Odbarwienie skro- bji po: <i>Décoloration de l'amidon après:</i>
0.1	2.7 mm po 24 h	1h 23'
0.16	4.7 mm po 24 h	45'
0.22	5.0 mm po 20 h	25'

Bardzo jest prawdopodobne, że także fakty przytoczone w pracy DUBOIS i POLONOWSKIEGO ('25) dadzą się w ten sam sposób, przynajmniej częściowo, wytłumaczyć. Autorowie ci stwierdzili

mianowicie, że sok trzustkowy, uzyskany wprost z przewodu po dożylnem wprowadzeniu pilokarpiny lub ezeryny, wykazywał $\text{pH} = 7.8 - 8.2$ i trawił białko bez dodawania enterokinazy. Natomiast sok trzustkowy, uzyskany po sekretynie miał $\text{pH} 8.4 - 8.7$ i był nieczynny w stosunku do białka. Z naszych zaś doświadczeń wynika niezbicie, że sok trzustkowy bardziej zasadowy zawiera znacznie mniej chlorków i posiada mniejszą siłę trawienną w porównaniu z sokiem zbliżonym do obojętnego. Stwierdzona więc przez podanych autorów różnica w sile trawiennej soku po sekretynie i pilokarpinie, czy ezerynie, może w znacznym stopniu zależeć od tych właśnie czynników.

Jeżeli chodzi o działanie soku trzustkowego o różnych własnościach fizycznych i chemicznych na trzeci zaczyn, t. j. lipazę, otrzymane dotychczas w tym kierunku dane nie pozwalają jeszcze na dokładne wypowiedzenie się w tej sprawie.

Opracowanie i należyte oświetlenie całego tego zagadnienia wymaga zresztą dalszych jeszcze badań, które też prowadzimy w Zakładzie Fizjologii.

Widzimy więc, że stwierdzone przez nas wahania w procentowej zawartości chlorków w soku trzustkowym mogą bezpośrednio oraz pośrednio, przez zmianę pH , wpłynąć w sposób zupełnie wyraźny na zdolność trawienną poszczególnych porcyj soku trzustkowego. Jak zaznaczyliśmy wyżej, szkoła PAWŁOWA widziała w tej różnej sile trawiennej cechę charakterystyczną soku i uzależniała ją od swoistego oddziaływania trzustki na określone bodźce (mięso, chleb, mleko). Z danych naszych wynika, że zjawisko to daje się zupełnie dobrze wytłumaczyć w sposób bardziej prosty, a mianowicie różnorodnością cech fizyko-chemicznych danego soku, spowodowanych jedynie siłą działającego w danym momencie na trzustkę bodźca, bez względu na jego jakość.

Praca ta, poza stwierdzeniem określonych zmian w składnikach mineralnych soku trzustkowego i związanych z tem wahań koncentracji jonów wodorowych oraz zdolności trawiennych poszczególnych porcyj soków, rzuca również światło na charakter i pewną okresowość przemian chemicznych w ustroju, uzależnionych od pracy gruczołów trawiennych. Wiadomą jest rzeczą, że czynności gruczołów trawiennych towarzyszą zmiany w krzepliwości krwi i liczbie płytek Bizzozero, w niektórych przypadkach również ciała białych (CZUBALSKI '11 i '24, POPIELSKI '17). Czyn-

ność tych gruczołów wywołuje także, jak widzimy, głębokie przemiany w chemizmie soków ustrojowych, przede wszystkim krwi. O ile praca gruczołów żołądka powoduje, przez produkcję HCl, ubytek chlorków ze krwi z jednoczesnym wzmocnieniem rezerw zasadowych, o tyle praca trzustki wybitnie współdziała z innymi mechanizmami ustroju, zdążającymi do wyrównania tych zmian i możliwie szybkiego doprowadzenia składu krwi do normalnego poziomu. Należy wreszcie zaznaczyć, że ustrój może za pośrednictwem trzustki, której wydzielina tak łatwo i szybko zmienia swój skład i oddziaływanie, w znacznym stopniu regulować koncentrację chlorków i węglanów, odgrywających poważną rolę w chemizmie ustroju.

Streszczenie wyników.

Skład i własności chemiczne soku trzustkowego wykazują w warunkach fizjologicznych stałe wahania, dotyczące części organicznych oraz poszczególnych mineralnych składników soku. Jak wiadomo, zawartość części organicznych znajduje się w stosunku odwrotnie proporcjonalnym do szybkości wydzielania.

W pracy niniejszej wykazaliśmy, że w związku z szybkością wydzielania soku stoi również zawartość w nim chlorków. Im szybciej wydziela się sok trzustkowy, tem mniej znajdujemy chlorków, więcej natomiast połączeń kwasu węglowego. Ta okoliczność wywołuje ze swej strony zmiany w oddziaływaniu chemicznym soku (pH). Sok, wydzielający się szybko, a więc z małą zawartością chlorków i części organicznych, oddziaływa bardziej zasadowo (pH = 8.23 — 8.64). Sok zaś z dużą ilością chlorków i części organicznych, o małej szybkości wydzielania, ma oddziaływanie, zbliżone bardziej do obojętnego (pH = 7.06 — 8.45). Sok trzustkowy, zawierający większe ilości chlorków, wykazuje też znaczniejszą siłę trawienną w stosunku do białka i węglowodanów. Sok bardziej zasadowy, z małą ilością chlorków i części stałych, uzyskujemy przeważnie po djecie białkowej (mięso) i węglowodanowej (chleb); odwrotne cechy wykazuje sok po djecie tłuszczowej (mleko). W pracy niniejszej wykazaliśmy jednak, że zjawisko to nie zależy od specyficzności, czyli jakości bodźca a w znaczeniu teorii PAWŁOWA, lecz jedynie od siły bodźca, warunkującej, w jakich ilościach i z jaką szybkością w jednostce czasu wydziela się sok trzustkowy. Na zawartość chlorków w soku u

trzustkowym ma również wpływ decydujący ilość wydzielonego pod wpływem tegoż samego bodźca soku żołądkowego i, co za tem idzie, obniżenie poziomu chlorków we krwi w danym momencie. Dlatego też mleko, jako słaby bodziec dla gruczołów żołądka i trzustki, daje nam sok z dużą ilością części stałych i chlorków. Odwrotny efekt wywołuje chleb i mięso, jako silny bodziec wydzielniczy.

Piśmiennictwo.

Babkin. 1914. Die äussere Sekretion der Verdauungsdrüsen (244, 250, 258). **Cornot P. et Z. Gruzewska.** 1925. Variations de concentration ionique de la sécrétion acide du suc gastrique. C. R. Soc. Biol. **93** (240). **Czubalski Fr.** 1911. O zmianach w krzepliwości krwi w okresie trawienia. Lwowski Tygodnik Lekarski, № 28. **Czubalski Fr.** 1924. Les modifications de la coagulation et de la constitution du sang pendant la digestion. C. R. Soc. Biol. **90** (301). **Czubalski Fr.** 1926. La composition chimique du suc pancréatique en dependance du caractère des excitants physiologiques. Skand. Arch. f. Physiol. **49**. **Czubalski Fr.** 1926. L'influence des éléments minéraux du suc pancréatique sur la puissance digestive. Skand. Arch. f. Physiol. **49**. **Czubalski Fr.** 1927. L'influence de l'alimentation sur la concentration en ions hydrogène (pH) du suc pancréatique. C. R. Soc. Biol. **97** (964). **Delezenne C.** 1926. Activation du suc pancréatique et coagulation du sang. Similitude des processus qui les déterminent. Ann. de Physiol. **2** (531). **Dubois C. et M. Polonowski.** 1925. Sur la concentration en ions hydrogènes du suc pancréatique. C. R. Soc. Biol. **93** (632). **Fonseca F. et A. Carvalho.** 1927. Métabolisme et histamine. C. R. Soc. Biol. **96** (875). **Hammarsten O.** 1914. Lehrbuch d. Physiol. Chemie. Achte Aufl. (68). **Höber R.** 1922. Physik.-Chemie der Zelle u. d. Gewebe. 5 Aufl. (354). **Lambling E.** 1921. Précis de Biochimie. III-me édition (474—476). **Lichtwitz L.** 1927. Der Mineralstoffwechsel in seinen Beziehungen zu Verdauungs- und Stoffwechselkrankheiten. Verh. d. Ges. f. Verd. u. Stoffwechselkrankheiten (137 u. 171). **Lim R. K. S. and T. G. Ni.** 1926. Changes in the blood continents accompanying gastric secretion. I. Chloride. Amer. Journ. of Physiol. **75** (475). **Masony J.** 1926. Magensalzsäurebildung aus den Chloriden des Blutes. Biochemisch, Zeitschr. **169** (120). **Mazurkiewicz Wł.** 1908. Die festen Bestandteile des Bauchspeichels und die Theorie der Sekretionstätigkeit des Pancreas. Archiv. f. ges. Physiol. **121** (75). **Popielski L.** 1902. Über die Zweckmässigkeit in der „Arbeit der Verdauungsdrüsen“. Deut. med. Woch. (№ 48). **Popielski L.** 1903. Über die Grundeigenschaften des Pankreassaftes. Zentralbl. f. Physiol. **17** (65). **Popielski L.** 1911. O zasadniczych zjawiskach w czynności wydzielniczej gruczołów trawiennych. Rozpr. Wydz. Mat.-Przyr. Ak. Umiejętn. Serja III, **11**, Dział B (281). **Popielski L.** 1911. Dalsze badania nad znaczeniem niekrzepliwości krwi dla czynności gruczołów trawiennych. Tamże (505). **Terroine E. et St. J. Przyłęcki.** 1923. Les rôles du suc pancréatique dans la digestion des matières albuminoïdes: importance relative de la tripsine et de l'érepsine. Arch. intern. de Physiol. **20** (377).

Faint, illegible text covering the majority of the page, likely bleed-through from the reverse side.

[„Prace Instytutu im. Nenckiego“. № 64*]

M. Bogucki.

Badania nad przepuszczalnością błon oraz ciśnieniem osmotycznym jaj ryb łososiowatych.

Recherches sur la perméabilité des membranes et sur la pression osmotique des oeufs des Salmonides.

Rękopis nadesłany w dniu 23. I. 1928.

Le présent mémoire se propose d'étudier la perméabilité de la membrane de l'oeuf de la Truite et du Saumon, en rapport avec la pression osmotique de l'oeuf avant et après la fécondation. La perméabilité des membranes était mesurée au moyen d'une sorte de dialysateurs, construits avec une membrane ovulaire, fixée sur un tube de verre d'un diamètre approprié. Le dialyseur contenant la solution de la substance examinée, était placé dans une éprouvette remplie d'eau distillée. Après des intervalles fixés d'avance, on déterminait dans l'éprouvette la quantité de substance dialysée.

A cet effet, on appliquait la méthode de WHITEHORN (pour les chlorures) et celle de MICHAELIS (pour la glucose).

La pression osmotique était mesurée au moyen de la méthode cryoscopique.

La quantité d'eau absorbée par l'oeuf, était mesurée de deux façons différentes: 1^o par la mensuration des changements que subissait son volume et 2^o par la détermination des changements du poids de l'oeuf.

Les résultats obtenus par l'auteur peuvent être résumés comme suit.

La membrane ovulaire (chorion) se distingue par une structure fibrillaire (fig. 1). Lorsqu'elle provient d'un oeuf „sec“ ¹⁾,

*) Z Zakładu Fizjologii Instytutu im. Nenckiego.

¹⁾ C'est à dire d'un oeuf qui n'a pas été en contact avec de l'eau.

elle est extrêmement délicate et flexible. Les membranes des oeufs qui ont séjourné quelque temps (plusieurs minutes) dans l'eau, deviennent élastiques et reprennent leur forme sphérique, après avoir été déformées par la pression.

Les membranes des oeufs „secs“ sont facilement détruites par l'action du NaOH à 1%, dans lequel elles se déchirent après environ 30 minutes de sorte que leur contenu s'épanche.

Dans les mêmes conditions, les membranes des oeufs „hydratés“ restent intactes pendant des jours entiers, quoique les oeufs augmentent considérablement de volume (v. le tabl. I).

Les membranes ovulaires sont perméables aux cristaalloïdes (NaCl, KCl, CaCl₂, glucose, lactose, acides aminés) et imperméables aux colloïdes (protéines, amidon, rouge de Congo).

La perméabilité des membranes n'est pas modifiée d'une façon appréciable au cours du développement de l'oeuf (tabl. III).

Placés dans de l'eau, les oeufs fécondés et vierges, absorbent des quantités d'eau qui atteignent près de 20 pour-cents de leur volume initial (fig. 2 et 4, tabl. VI).

Le processus de l'absorption de l'eau est accompagné de la formation du périvitellin, dont le volume augmente parallèlement à l'accroissement de celui de l'oeuf, de sorte que le volume du périvitellin est à peu de chose près égal à la différence entre le volume final et initial de l'oeuf (tabl. VII).

Le volume de la cellule ovulaire des oeufs placés dans de l'eau ne varie qu'entre des limites très restreintes. Au cours des quelques premières minutes que l'oeuf passe dans l'eau, la cellule ovulaire subit une contraction plus ou moins prononcée qui dépasse les limites des erreurs commises pendant la mensuration (tabl. VIII).

Les faits ci-dessus nous autorisent à admettre que presque toute l'eau absorbée par l'oeuf est retenue dans le périvitellin.

Si l'on ne perd pas de vue que la phase aqueuse du plasma de l'oeuf équivaut approximativement à 63.6% de son volume, on s'aperçoit que la quantité d'eau absorbée (20% du volume initial de l'oeuf) doit produire un abaissement très marqué de la pression osmotique de l'oeuf. Cet abaissement de la pression osmotique correspond à 30 — 40% de sa valeur initiale; en effet le Δ des oeufs „secs“ s'élève à 0.64°, tandis que celui des oeufs au stade de 8 — 12 blastomères est égal à 0.42°. Cette diminution

de la pression osmotique peut aussi bien être observée dans des oeufs fécondés que dans des oeufs vierges placés dans de l'eau ($\Delta = 0.38 - 0.39^0$).

Les solutions hypotoniques des électrolytes (décinormales) arrêtent la formation du périvitellin. Par contre, celui-ci se forme normalement dans des oeufs placés dans des solutions hypertoniques d'anélectrolytes, comme la glucose de 0.7 M., et l'urée de 0.8 M. (tabl. XII).

Ces faits nous font admettre que la turgescence de l'oeuf de la Truite, la formation du périvitellin et l'augmentation du volume de l'oeuf, ne s'expliquent pas par les lois de la diffusion et de l'osmose. On peut supposer plutôt qu'une partie des colloïdes plasmatiques éliminés dans l'espace périvitellinaire au moment de la contraction de la cellule ovulaire, s'imbibe d'eau et provoque l'augmentation du volume total de l'oeuf et du périvitellin ainsi que la turgescence de l'oeuf.

Z prac ATKINSA (ptaki '09), BACKMANNIA i RUNNSTRÖMA (płazy '09 i '12), BIAŁASZEWICZA (płazy i ptaki '12), PRZYŁĘCKIEGO (płazy i skorupiaki '17, '18, '21) wiemy, że ciśnienie osmotyczne jaj zapłodnionych, rozwijających się w wodzie słodkiej, jest znacznie niższe, niż w jajach jajnikowych. Ciśnienie osmotyczne tych ostatnich zbliżone jest do ciśnienia osmotycznego, panującego we krwi. Nadto, według PRZYŁĘCKIEGO, spadek ciśnienia osmotycznego jaj zachodzi również w jajach niezapłodnionych przeniesionych do wody. Aczkolwiek ciśnienie osmotyczne jaj zmniejsza się w niektórych przypadkach bardzo znacznie, to jednak zawsze pozostaje ono wyższe, niż ciśnienie otaczającego środowiska.

Nie jest ustalone dotychczas, w wyniku jakich procesów dochodzi do skutku omawiany spadek ciśnienia osmotycznego w jajach: czy mamy tu do czynienia wyłącznie z pobraniem wody przez jajko, czy z wydaleniem substancji osmotycznie

czynnych do środowiska, czy wreszcie jest on wynikiem obu tych procesów, lub też skutkiem adsorpcji elektrolitów przez koloidy plazmy, jakto przypuszczają BACKMANN i RUNNSTRÖM ('12).

Nierozstrzygnięte również pozostaje pytanie, w jaki sposób utrzymuje się różnica między ciśnieniem osmotycznym, panującym w jajach i w otaczającym środowisku.

Z prac wyżej przytoczonych autorów wynika, że spadek ciśnienia osmotycznego w jajach zwierząt słodkowodnych jest zjawiskiem powszechnym, gdyż występuje on u przedstawicieli tak różniących się pod względem organizacyjnym gromad, jak skorupiaki, płazy i ptaki.

Jednakże badania dokonane w tym kierunku na jajach ryb dały wyniki niejasne. Według RUNNSTRÖMA ('20) w jajach *Salmo salvelinus* następuje po zapłodnieniu nieznaczny spadek ciśnienia osmotycznego (ca. 7%), podczas gdy GRAY ('20) w jajach pokrewnego gatunku, mianowicie w jajach *Salmo fario*, zjawiska tego nie dostrzegł wcale. Na podstawie tych danych trudno jest zdecydować, czy istotnie jaja ryb w przeciwieństwie do jaj wyżej wspomnianych zwierząt słodkowodnych odznaczają się niezmiernością ciśnienia osmotycznego, jak to podaje HÖBER ('26)¹⁾ zwłaszcza, że wyniki GRAYA, na których HÖBER oparł swój pogląd, budzić mogą poważne wątpliwości.

Zadaniem pracy niniejszej jest zbadanie przepuszczalności błon jajowych (chorionu) w związku z ciśnieniem osmotycznym, panującym w jajach ryb łososiowatych.

W badaniach swych zwróciłem uwagę na punkty następujące:

- 1° przepuszczalność błony jajowej (chorionu),
- 2° pobieranie wody przez jajko,
- 3° powstawanie periwitelinu,
- 4° ciśnienie osmotyczne, panujące w jajku przed i po przeniesieniu go do wody.

¹⁾ HÖBER R. *Physikalische Chemie der Zelle und der Gewebe*. VI Aufl. str. 347. „Die Senkung des osmotischen Druckes bei der Befruchtung ist aber keineswegs eine allgemein verbreitete Erscheinung. GRAY zeigte für Forelleneier, RUNNSTRÖM für Lachseier, die beide in Süßwasser ihre Entwicklung durchmachen, dass der Druck sich fast nicht ändert, bzw. dass keine Elektrolyte aus dem Innern austreten“.

Celem uniknięcia nieporozumień zaznaczam, że pod pojęciem jajko rozumieć będę komórkę jajową wraz z błoną (chorionem) i periwitelinem.

Przeprowadzenie tych badań umożliwione było dzięki specjalnemu zasiłkowi Ministerstwa Rolnictwa.

Uważam za swój miły obowiązek złożenie na tem miejscu serdecznego podziękowania Panu Feliksowi Jurkowskiewiczemu za pozwolenie korzystania z materiału pstrągarni w Złotym Potoku oraz ułatwienia przy jego transportowaniu.

I. Materiał i metoda.

Do badań używałem jaj pstrąga (*Salmo fontinalis* Mit., *Salmo irideus* Gib.), oraz jaj łososia (*Salmo salar* L.).

Dla scharakteryzowania przepuszczalności błon jajowych sporządziłem z nich rodzaj dializatorów, nakładając oczyszczoną z ooplazmy w wodzie destylowanej błonę na odpowiedniej średnicy rurkę szklaną. Nałożona na rurkę błona była następnie przymocowywana nitką, owiniętą kilkakrotnie dokoła rurki.

Dializatory, zawierające zazwyczaj 0.5 cm³ badanego roztworu, unieszczone były w probówkach, w których znajdowała się destylowana woda. Średnica próbówki, zawierającej wodę, była tak dobrana, ażeby różnica poziomu cieczy w dializatorze i próbówce była możliwie stała i niewielka. Nie dochodziła ona nigdy do 1 cm.

Podczas doświadczenia rurki znajdowały się w komorze wilgotnej w temperaturze 16—20°.

Po ukończeniu doświadczenia oznaczałem ilość substancji, która przedyfundowała do wody, posilkując się metodą WHITEHORNA ('21) dla oznaczania chlorków (Na, K) i metodą MICHAELISA ('14) dla oznaczania glukozy.

Do doświadczeń nad przepuszczalnością mogłem używać tylko błon jaj, które były czas pewien w wodzie. Błony jaj „suchych“ okazały się tak delikatne, że nie można było ich umocować na rurce, gdyż były przecinane przez nią podczas przewiązywania.

Cisnienie osmotyczne mierzyłem metodą krjoskopową.

II. Zmiany własności błon jajowych po przeniesieniu jaj do wody.

Błony jaj wyjętych z jamy ciała, czyli błony jaj „suchych“, są bardzo delikatne, wiotkie i przezroczyste. Po przeniesieniu jaj do wody, już po kilkunastominutowym w niej pobycie, błony tracą swą przezroczystość i stają się wybitnie sprężyste. Błony

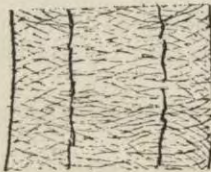
jaj „suchych“, izolowane od plazmy, nie odzyskują po zgnieceniu swego kształtu. Natomiast błony jaj „mokrych“, t. j. takich, które nawet czas krótki pozostawały w wodzie, po zniekształceniu zawsze odzyskują kształt kulisty.

Tabela I.

Zmiany objętości jaja w NaOH.
Changements du volume de l'oeuf dans du NaOH.

NaOH	Objętość 1 jaja w cm ³ , po upływie <i>Volume d'un oeuf en cm³ après</i>							
	początkowa <i>initial</i>	4.5 godz. <i>heures</i>	6.5 g. <i>h.</i>	9.5 g. <i>h.</i>	21.5 g. <i>h.</i>	29 g. <i>h.</i>	46 g. <i>h.</i>	60 g. <i>h.</i>
2%	0.06	0.13	0.16	0.18	0.29	0.31	0.39	—
1.5%	0.06	0.13	0.16	0.20	0.25	0.34	0.36	—
1%	0.06	0.13	0.15	0.17	0.22	0.25	0.28	0.28
0.5%	0.06	0.14	0.15	0.15	0.15	0.13	0.10	—

Jaja „suche“, włożone do 1% NaOH, silnie pęcznią i już po kilkunastu minutach błony ich pod naporem pęczniejącej plazmy pękają. W przeciwieństwie do powyższego błony jaj „mokrych“ wytrzymują działanie ługu w ciągu kilku dni, pomimo że w tym czasie objętość jaj zwiększa się kilkakrotnie (tabela I).



Rys. 1. Przekrój poprzeczny błony jajowej pstrąga.

Fig. 1. Section transversale de la membrane ovulaire de la Truite.

Grubość błon jaj „suchych“ i „mokrych“ mierzyłem na skrawkach jaj zamrożonych. W obu przypadkach wynosi ona około 90 mikronów. Załączony rysunek № 1 ilustruje budowę błony jajowej pstrąga. Przeplatające się włókna występują ostrzej w błonach jaj „mokrych“, niż w błonach jaj „suchych“.

Jest to jedyna różnica, jaką zauważyłem w budowie błon pod wpływem pobytu jaj w wodzie.

III. Przepuszczalność błon.

Stosując omówiony w części metodycznej sposób badania dyfuzji przez błony, stwierdziłem, że błony jaj pstrąga i łososia są przepuszczalne dla całego szeregu krystaloidów.

Z pośród tej kategorii ciał badane były następujące: 1) chlorki sodu, potasu i wapnia, 2) glukoza i laktoza, 3) kwasy aminowe

(glikokol, fenylalanina, leucyna), 4) barwici (krystalviolet, eoyna, auramina).

Wszystkie powyższe substancje już po kilkunastogodzinnej dializie wykrywane były w wodzie, w której zanurzone były dializatory.

Tabela II.

Dyfuzja KCl, NaCl i glukozy przez błony jajowe.

Diffusion du KCl, du NaCl et de la glucose à travers les membranes.

Gatunek <i>Espèce</i>	<i>Salmo fontinalis</i>			<i>Salmo salar</i>				
Rodzaj doświadczenia <i>Genre de l'expérience</i>	Czas trwania doświadczenia <i>Durée de l'expérience</i>	Ilość substancji, która przedyfundowała w % <i>Quantité de substance dialysée en %</i>	Średnio <i>Moyenne</i>	Czas trwania doświadczenia <i>Durée de l'expérience</i>	Ilość substancji, która przedyfundowała w % <i>Quantité de substance dialysée en %</i>	Średnio <i>Moyenne</i>		
	h			h				
W dializato- rze: KCl — 0.5 cm ³ <i>Dans le dialysateur:</i>	64 64 64 64	41 37 46 55*	41	16 16 16 16	40 41 45 30*	42		
W próbówce: <i>Dans l'éprouvette:</i>	64 64	39* 52*		49	16 16		52* 46*	42
W dializato- rze: NaCl—0.5 cm ³ <i>Dans le dialysateur:</i>	64 64 64 64	37 45 49 54		46	16 16 16 —		40 57 37* 50*	48 43
W próbówce: <i>Dans l'éprouvette:</i>	64 64 64	54* 51* 51*			49		— — —	
W dializato- rze: glukoza — 0.5 cm ³ <i>Dans le dialysateur: glu- cose</i>	18 18 18 18	16 19 20 16	19		— — — —	— — — —	— — — —	
W próbówce: <i>Dans l'éprouvette:</i>	18 18 18 18	23 19* 19* 20*			20	— — — —		

* W doświadczeniach oznaczonych gwiazdką błony były odwrócone stroną wewnętrzną nazewnątrz.

Dans les expériences marquées par un asterisque les membranes étaient renversées, c'est à dire mises avec leur surface intérieure à l'extérieur.

Inaczej zachowywały się substancje, znajdujące się w stanie koloidalnym, z których badane były: skrobia, białko jaja kurzego, plazma jaj pstrąga oraz czerwień Kongo. Substancje te w do-

świadczeniach trwających 30 — 40 godzin nie przechodziły przez błony. W doświadczeniach trwających tydzień, w których badana była dyfuzja czerwieni Kongo, stwierdzono, że barwik ten przechodzi wprawdzie przez błony, ale w ilościach niezmiernie nikłych.

Z powyższych danych wynika więc, że błony jajowe pstrąga i łososia są łatwo przepuszczalne dla krystaloidów i bardzo trudno przepuszczalne dla koloidów.

Tabela III.

Dyfuzja KCl przez błony zarodków pstrąga. Czas trwania doświadczenia 16 godzin.
Diffusion du KCl à travers les membranes des embryons de Truites. Durée de l'expérience 16 heures.

Wiek zarodków <i>Age de l'embryon</i>	10 dni <i>10 jours</i>	2 dni przed wykluciem <i>2 jours avant l'éclosion</i>
Rodzaj doświadczenia <i>Genre de l'expérience</i>	Ilość KCl, jaka przedyfundowała, wyrażona w % ilości początkowej <i>Quantité dialysée de KCl en % de la quantité initiale</i>	
W dializatorze: <i>Dans le dialysateur:</i> } 0.5 cm ³ KCl (=3.73 mg)	№ 1 . . . 26	№ 1 12
	№ 2 . . . 30	№ 2 31
	№ 3 . . . 30	№ 3 16
	№ 4 . . . 21	№ 4 26
	№ 5 . . . 26	№ 5 22
W probówce: <i>Dans l'éprouvette:</i> } 1 cm ³ wody d'eau	№ 6 . . . 32	№ 6 29
	№ 7 . . . 26	
	№ 8 . . . 33	
	№ 9 . . . 25	
	№ 10 . . . 33	
średnio <i>moyenne</i>	28%	23%

Celem przekonania się, czy błony są przepuszczalne jednako w obydwu kierunkach, używałem w szeregu doświadczeń dwu rodzajów dializatorów: w jednych błona była przymocowana w położeniu normalnem, t. j. zewnętrzną stroną na zewnątrz, w drugich zaś była ona odwracana stroną wewnętrzną na zewnątrz.

Załączona tabela II stwierdza, że KCl, NaCl i glukoza przechodzą przez błony jednakowo szybko w obydwu kierunkach: z wewnątrz na zewnątrz i odwrotnie.

W tabeli III zestawione są liczby, charakteryzujące przepuszczalność dla KCl błon, zdjętych z zarodków w 10-ym dniu rozwoju i na dwa dni przed wykluciem. Średni odsetek chlorku potasowego, który przedyfundował w jednakowych warunkach doświadczalnych przez te dwie kategorie błon, wynosi w przy-

padku błon wcześniejszych zarodków 28%, w przypadku błon zarodków starszych 23%. Z liczb tych wynika, że przepuszczalność błon jajowych pstrąga nie ulega w czasie rozwoju znacznieszym zmianom.

IV. Pobieranie wody.

Jaja badanych przeze mnie gatunków, przeniesione do wody, pobierając wodę, zwiększają znacznie swą objętość i turgor. Ilości pobieranej przez jaja wody oznaczałem w sposób dwójaki: metodą wagową i objętościową.

W pierwszym przypadku ważyłem jaja — zwykle 40 do 50 sztuk — bezpośrednio po wyjęciu ich z ryby i po pewnym czasie przebywania w wodzie, osuszając je przed każdym ważeniem bibułą. W przypadku drugim mierzyłem średnicę pionową i poziomą oddzielnych jaj w różnych okresach przebywania ich w wodzie, obliczając następnie objętość według wzoru $\frac{4}{3} \pi ab^2$, gdzie a wyraża połowę średnicy pionowej, zaś b połowę średnicy poziomej.

Poniżej załączona tabela IV wskazuje, że obliczenie objętości jaj na podstawie pomiaru dwu półosi daje wyniki niewiele

Tabela IV.

Objętość jaj, obliczona z pomiaru 2 półosi, wyrażona w jednostkach względnych. Objętość, obliczona z pomiaru 3 półosi = 100.

Volume des oeufs calculé d'après les dimensions de 2 axes et exprimé en unités relatives. Volume calculé d'après les dimensions de 3 axes = 100.

№ 1	100	№ 4	99	№ 7	103	№ 10	107
№ 2	100	№ 5	100	№ 8	106	№ 11	107
№ 3	99	№ 6	103	№ 9	106	№ 12	102

różniące się od tych, jakie otrzymujemy po uwzględnieniu trzech półosi. W tabeli tej podana jest w jednostkach względnych objętość jaj, obliczona na podstawie pomiaru dwu półosi (pionowej i poziomej) w założeniu, że objętość tych samych jaj, obliczona na podstawie trzech półosi, równa jest 100.

Ponieważ wzrost objętości jaj w początkowym okresie przebywania ich w wodzie jest bardzo szybki, a uwzględnianie trzeciej półosi przedłużałoby znacznie każdy pomiar objętości, przeto mierzone były tylko dwie półosie.

Wyniki pomiarów wagowych, zestawione w tabeli V, stwierdzają, że jaja zapłodnione nie różnią się od jaj niezapłodnionych

pod względem ilości pobieranej wody. W obu przypadkach ilości wody wahają się w jednakowych granicach.

Biorąc pod uwagę fakt powyższy, wszystkie pomiary objętości jaj dokonywałem na jajach niezapłodnionych.

Liczby tabeli V wskazują, że ilości chłoniętej wody przez jaja różnych samic różnią się między sobą dość znacznie, wahając się w granicach 10 — 20% początkowej wagi jaj. Liczby te pozwalają również wnioskować, że woda pobierana jest przez jaja głównie w początkowym okresie przebywania ich w wodzie.

Tabela V.

Przyrost ciężaru jaj pstrąga, umieszczonych w wodzie, w % wagi początkowej.
Augmentation du poids des oeufs de Truites, placés dans leau, en % du poids initial.

Czas przebywania w wodzie <i>Durée de l'expérience</i>	40	55	90	2	3	6	16	17	18	38	43	74	264
	minut <i>minutes</i>	minut <i>minutes</i>	minut <i>minutes</i>	godziny <i>heures</i>	godziny <i>heures</i>	godzin <i>heures</i>	godzin <i>heures</i>	godzin <i>heures</i>	godzin <i>heures</i>	godzin <i>heures</i>	godzin <i>heures</i>	godzin <i>heures</i>	godziny <i>heures</i>
№ 1	—	—	—	19	—	—	—	—	18	—	19	19	22
№ 2	10	—	—	—	—	12	—	—	—	—	—	—	—
№ 3	—	18	—	—	—	—	—	18	—	20	—	—	—
№ 4	—	—	—	—	10	—	9	—	—	—	—	—	—
№ 5*	—	—	18	—	—	—	—	—	17	—	—	—	—

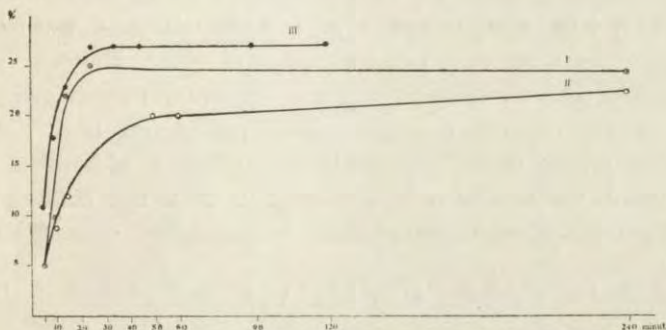
Biorąc pod uwagę, że objętość właściwa plazmy jaj pstrąga wynosi 0.92 (BIAŁASZEWICZ '26), otrzymamy dla pobranej przez jajko wody wartości, wynoszące od 11—22% początkowej objętości jaj.

Obraz przebiegu procesu pobierania wody przez jaja pstrąga dają nam obliczenia objętości, oparte na pomiarach osi jaj w różnych okresach przebywania ich w wodzie. Z tabeli VI wynika, że okresem najintensywniejszego chłonięcia wody jest pierwsze 15 minut, w ciągu których jajko pobiera około $\frac{3}{4}$ ogólnej ilości wody, niezbędnej do ustalenia się nowej równowagi między jajem a środowiskiem wodnym. Ilustruje to nam krzywa (rys. 2), wykreślona na podstawie doświadczenia № 8 tabeli VI. W doświadczeniu tem objętość jaj po dwugodzinnem przebywaniu ich w wodzie wzrasta o 24% i nie zmienia się więcej w ciągu następnych kilkunastu godzin.

Porównując tabele VI i V, widzimy, że stosowane przeze mnie metody (wagowa i objętościowa) oznaczania ilości pobranej przez jajko wody dają nam wyniki bardzo zbliżone.

* Pomiar № 5 dotyczy jaj zapłodnionych, reszta pomiarów — jaj niezapłodnionych.

Dodać należy, że wyniki pomiarów wagowych dają wartości nieco niższe od rzeczywistych, ponieważ jaja przed pierwszym ważeniem nie mogły być osuszone z taką starannością, jak po każdym następnym, a to ze względu na wspomnianą delikatność błon.



Rys. 2. Krzywe przyrostu objętości jaj, wyrażonego w % początkowej ich objętości: I — w wodzie (tab. VI № 8), II — w 0.7 M glukozy (tab. XIa № 2), III — w 0.8 M mocznika (tab. XIb № 1).

Courbes de l'augmentation du volume des oeufs exprimée en pour-cent de leur volume initial: I — dans l'eau (d'après le tabl. VI, Nr. 8), II — dans la glucose de 0.7 M (d'après le tabl. XIa, Nr. 2), III — dans l'urée de 0.8 M (d'après le tabl. XIb, Nr. 1).

Tak więc, na podstawie przytoczonych pomiarów możemy przyjąć, że ilość wchłoniętej przez jajko wody zbliżona jest do 20% początkowej jego objętości.

Tabela VI.

Wzrost objętości jaj pstrąga w wodzie w % objętości początkowej.

Augmentation du volume des oeufs de Truites dans l'eau en % du volume initial.

Czas pozostawania w wodzie <i>Durée du séjour dans l'eau</i>	minut							godzin <i>heures</i>
	5 <i>minutes</i>	10 <i>minutes</i>	15 <i>minutes</i>	20 <i>minutes</i>	25 <i>minutes</i>	120 <i>minutes</i>	240 <i>minutes</i>	
№ 1	8	11	—	17	—	—	—	—
№ 2	8	12	—	15	—	—	—	—
№ 3	12	15	—	15	—	—	—	—
№ 4	14	15	—	21	—	—	—	—
№ 5	3	11	—	12	—	—	—	—
№ 6	8	13	15	18	—	—	25	—
№ 7	21	24	27	28	—	—	30	—
№ 8	5	10	22	—	25	24	24	24
№ 9	5	15	15	—	19	22	22	19
№ 10	4	6	8	—	12	14	14	11
№ 11	5	16	16	—	17	21	21	—

VI. Powstawanie periwitelinu.

Z procesem pobierania wody przez jaja związany jest ściśle proces powstawania periwitelinu. W jajku „suchem“ powierzchnia komórki jajowej styka się bezpośrednio z błoną jajową. Po przeniesieniu jaj do wody rozpoczyna się niezwłocznie wzrost objętości jaja, jako całości, podczas gdy objętość komórki jajowej ulega początkowo nieznacznemu zmniejszeniu. Powstająca między powierzchnią komórki a błoną jajową przestrzeń periwitelinarna zwiększa się w miarę postępującego procesu chłonięcia wody przez jajko, dochodząc do swego maksimum w tym samym czasie, w którym jajko osiąga największą swą objętość (tabela VI i VII, rys. 3).

Tabela VII.

Objętość periwitelinu jaja w wodzie w % początkowej objętości jaja.
Volume du périvitellin de l'oeuf placé dans l'eau, en % du volume initial de celui-ci.

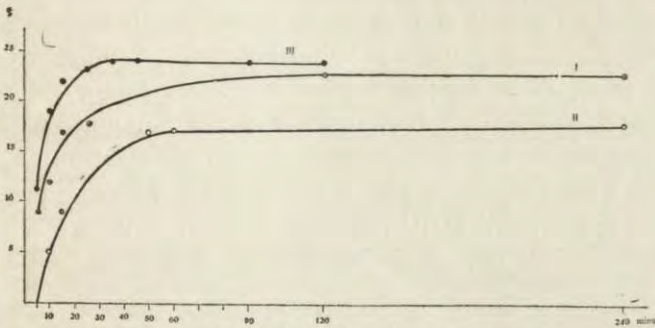
Czas pozostawania w wodzie <i>Durée du séjour dans l'eau</i>	5	10	15	20	24	30	120	240	15
	minut <i>minutes</i>	minut <i>minutes</i>	minut <i>minutes</i>	minut <i>minutes</i>	minut <i>minutes</i>	minut <i>minutes</i>	minut <i>minutes</i>	minut <i>minutes</i>	godzin <i>heures</i>
№ 1	5	12	—	15	—	—	—	—	—
№ 2	4	12	—	16	—	—	—	—	—
№ 3	6	7	—	12	—	—	—	—	—
№ 4	8	12	—	16	—	—	—	—	—
№ 5	8	12	—	14	—	—	—	—	—
№ 6	2	11	15	14	—	16	—	15	—
№ 7	11	17	20	17	—	17	—	20	—
№ 8	9	12	17	—	18	—	23	23	23
№ 9	12	17	18	—	17	—	23	23	24
№ 10	12	15	17	—	18	—	23	19	21
№ 11	8	12	12	—	14	—	18	18	—

Objętość periwitelinu obliczona była z różnicy między objętością jaja a objętością komórki jajowej. Uwzględniano przy tem objętość, przypadającą na błonę; otrzymywano ją z różnicy między objętością jaja „suchego“ i objętością komórki jajowej, w którym to przypadku objętość periwitelinu równa się zeru.

W tabeli VIII zestawione są liczby, tyżące zmian objętości komórek jajowych w jednostkach względnych w ciągu pierwszych 4 godzin przebywania jaj w wodzie.

Z tabeli tej wynika, że objętość komórki jajowej ulega po przeniesieniu jaj do wody bardzo nieznacznym zmianom. W prze-

ciwienństwie do objętości całego jaja, które od pierwszej chwili zetknięcia się jego z wodą stale wzrasta, objętość komórki jajowej w ciągu pierwszych kilkunastu minut przebywania w wodzie



Rys. 3. Krzywe objętości periwitelinu, wyrażonej w % objętości początkowej ja: I — w wodzie (tab. VII № 8), II — w 0.7 M glukozie (tab. XII a № 2), III — w 0.8 M moczniku (tab. XII b № 1).

Fig. 3. Courbes du volume du périwitelin exprimé en pour-cent du volume initial de l'oeuf: I — dans l'eau (tabl. VII a Nr. 8), II — dans la glucose de 0.7 M (tabl. XII a Nr. 2), III — dans l'urée de 0.8 M (tabl. XII b Nr. 1).

zmniejsza się w granicach, przekraczających błąd pomiaru. Mamy tu więc do czynienia z tem samym zjawiskiem, jakie obserwował PRZYŁĘCKI ('17 i '18) na zapłodnionych i niezapłodnionych jajach

Tabela VIII.

Zmiany objętości komórki jajowej w wodzie (w jednostkach dowolnych).
Changements du volume de la cellule ovulaire dans l'eau (unités relatives).

Czas przebywania w wodzie Durée du séjour dans l'eau	0 minut minutes	3 minut minutes	5 minut minutes	10 minut minutes	15 minut minutes	20 minut minutes	25 minut minutes	30 minut minutes	120 minut minutes	240 minut minutes
№ 6	100	106	—	101	99	102	—	107	—	109
№ 7	100	109	—	106	105	109	—	109	—	109
№ 8	100	—	96	97	104	—	106	—	99	99
№ 9	100	—	93	97	95	—	98	—	97	97
№ 10	100	—	91	90	91	—	93	—	89	93
№ 11	100	—	95	103	103	—	103	—	102	102

żaby. Skurcz komórki jajowej w czasie powstawania periwitelinu stwierdzony również został u *Petromyzon* (PIRLOT '25) oraz u jeżowców (BIAŁASZEWICZ '08, PÉTERFI '27, SNYDER '25, GLASER '14).

Obserwacje nad jajami zapłodnionymi, które najpierw zwróciły moją uwagę na szybkość tworzenia się periwitelinu w jajach pstrąga, w zestawieniu z podanemi w tabeli VII liczbami, ilustrującemi powstawanie periwitelinu w jajach niezapłodnionych, wskazują, że powstawanie periwitelinu w jajach pstrąga jest niezależne od aktu zapłodnienia. Podobny fakt stwierdzony został przez PRZYŁĘCKIEGO na jajach płazów i skorupiaków.

Obecność elektrolitów w wodzie działa hamująco na powstawanie periwitelinu w przeciwieństwie do nieelektrolitów, które wpływu tego nie wywierają, o ile stężenie ich nie przekracza pewnych granic. W M/10 roztworach soli i glukozy, jak wskazują liczby tabeli IX, moment oddzielenia się błony od komórki

Tabela IX.

Powstawanie periwitelinu w M/10 roztworach elektrolitów i glukozy.

Formation du péritellin dans les solutions decinormales.

Roztwór Solution	NaCl	KCl	LiCl	CaCl ₂	MgCl ₂	K ₂ SO ₄	KNO ₃	KCNS	H ₂ O	glu- koza
Moment oddzielenia się błony od komórki <i>Moment de la separation de la membrane de la cellule ovulaire</i>	68'	28'	113'	34'	7'	9'	18'	15'	3-4'	4'

jajowej występuje w bardzo różnym czasie, licząc od początku doświadczenia, zależnie od rodzaju użytego roztworu. Gdy w wodzie i glukozy błona oddziela się od komórki jajowej już po 4 minutach, w roztworach elektrolitów moment ten występuje znacznie później. Nadto zaś objętość periwitelinu w jajach umieszczonych w roztworach elektrolitów nie dochodzi nigdy do normalnej swej wielkości, jak to występuje w roztworach glukozy lub mocznika.

Nie można przypuszczać, aby w grę tu wchodziło większe ciśnienie osmotyczne roztworów elektrolitów, gdyż roztwór MgCl₂, posiadający wyższe ciśnienie osmotyczne, niż chlorek sodu lub litu, hamuje powstawanie periwitelinu w mniejszym stopniu, niż te ostatnie. Przedewszystkiem zaś przeciwko temu przypuszczeniu przemawia fakt, że periwitelin w jajach pstrąga powstaje nawet w środowiskach wybitnie hipertonicznych. W tabeli X mamy podany przyrost ciężaru jaj, umieszczonych w roztworach glukozy

o wzrastających stężeniach w porównaniu do przyrostu ciężaru jaj umieszczonych w wodzie i w 0.1 M chlorku sodu.

W stężeniach glukozy od 0.1 do 0.75 M w jajach powstaje normalny periwitelin i przyrost ciężaru jest wszędzie jednakowy i zbliżony do przyrostu, osiąganego przez jaja, umieszczone w wodzie. Dopiero w stężeniu jednego mola przyrost jest wybitnie mniejszy i towarzyszy mu cytoliza komórki jajowej.

Tabela X.

Roztwór <i>Solution</i>	Czas trwania doświadczenia <i>Durée de l'ex- périence</i>	Przyrost ciężaru jaj pstrąga w % wagi początkowej <i>Augmentation du poids des oeufs de Truites en % du poids initial</i>
Woda. <i>Eau.</i>	15 min.	15
"	90 "	18
Glukoza 0.1 " M <i>Glucose</i>	25 "	24
" 0.2 "	60 "	26
" 0.25 "	50 "	24
" 0.375 "	75 "	23
" 0.5 "	85 "	21
" 0.75 "	100 "	24
" 1.0 "	110 "	9
NaCl 0.1 "	120 "	5

periwitelin
normalny
*péritéllin
normal*

9 cytoliza; *cytolysé*
5 periwitelin bardzo mały
péritéllin peu développé

Jaja umieszczone w chlorku sodu o stężeniu 0.1 M zyskują tylko 5-io procentowy przyrost ciężaru i to po czasie znacznie dłuższym, niż jaja umieszczone w roztworach glukozy i w wodzie.

Również i periwitelin tych jaj jest wybitnie mniejszy, niż w jajach z wody lub glukozy. Doświadczenia moje nad wpływem elektrolitów na tworzenie się periwitelinu są zbyt niedostateczne, aby można było na ich podstawie ocenić ściślej rolę oddzielnych jonów w tym procesie. Niemniej wskazują one, że hipotoniczne roztwory elektrolitów proces ten hamują.

Według RUNNSTRÖMA ('20), jaja *Salmo salvelinus* w izotonicznym roztworze RINGERA nie wytwarzają periwitelinu i błony ich nie nabierają sprężystości. Nawet po 24 godzinach przebywania w tym płynie jaja *Salmo salvelinus* mogą być zapłodnione i rozwijają się normalnie.

Załączona niżej tabela zmian objętości całkowitych jaj (tab. XI), objętości periwitelinu (tab. XII) i komórki jajowej (tab. XIII) w 0.7 M glukozy i w 0.8 M moczniku podkreślają jeszcze wyraźniej, że nawet wysokie stężenia nieelektrolitów nie

hamują powstawania periwitelinu. Objętość jaj w 0.7 M glukozie i w 0.8 M moczniku zwiększa się o blisko 20% podobnie, jak w wodzie (tabela XI).

Tabela XI.

Przyrost objętości jaj pstrąga w hipertonicznych roztworach glukozy i mocznika, w % objętości początkowej.

Augmentation du volume des oeufs de Truites dans des solutions hypertoniques de glucose (A) et d'urée (B), exprimée en % de leur volume initial.

A.									
Czas przebywania w 0.7 M glukozie <i>Durée du séjour dans de la glucose de 0.7 M.</i>	5 minut minutes	10 minut minutes	15 minut minutes	25 minut minutes	30 minut minutes	50 minut minutes	60 minut minutes	240 minut minutes	
№ 1	2	5	4	—	—	7	7	9	
№ 2	5	9	12	—	—	20	20	22	
№ 3	5	9	7	—	—	16	16	19	
№ 4	—	6	11	14	18	—	—	—	
№ 5	—	2	5	11	11	—	—	—	
№ 6	—	11	17	20	20	—	—	—	
№ 7	—	6	8	16	19	—	—	—	
№ 8	—	4	11	12	14	—	—	—	

B.									
Czas przebywania w 0.8 M moczniku <i>Durée du séjour dans de l'urée de 0.8 M.</i>	5 minut minutes	10 minut minutes	15 minut minutes	25 minut minutes	35 minut minutes	45 minut minutes	90 minut minutes	120 minut minutes	18 godzin heures
№ 1	11	18	23	27	27	27	27	27	25
№ 7	6	13	17	20	20	20	20	20	17

Objętość komórki jajowej w tych roztworach ulega podobnym zmianom, jakie zachodzą w komórkach, umieszczonych w wodzie. I tu bowiem zaznacza się niewielki skurcz, występujący w początkowym okresie przebywania jaj w nowym środowisku (tab. XIII). Periwitelin w glukozie (0.7 M) występuje z pewnym opóźnieniem wprawdzie, dochodzi jednak do znacznej objętości podobnie, jak i w 0.8 M moczniku (tabela XII).

Pomimo, że używane w moich doświadczeniach roztwory cukru i mocznika posiadały ciśnienie osmotyczne przeszło 2 razy większe, niż ciśnienie osmotyczne, panujące w jajach ($\Delta = 0.6^{\circ}$, patrz rozdział następny), to jednak objętość umieszczonych w nich jaj wybitnie wzrastała i periwitelin powstawał w jajach. Fakty powyższe stwierdzają, że proces powstawania periwite-

Tabela XII.

Objętość periwitelinu jaj umieszczonych (A) w 0.7 M glukozie i (B) w 0.8 M moczniku, w % % początkowej objętości jaja.

Volume du périvitellin des oeufs placés: dans de la glucose de 0.7 M et (B) dans de l'urée de 0.8 M., en % % du volume initial de l'oeuf.

Czas przebywania w glukozie <i>Durée du séjour dans la glucose</i>	5 minut <i>minutes</i>	10 minut <i>minutes</i>	15 minut <i>minutes</i>	25 minut <i>minutes</i>	30 minut <i>minutes</i>	50 minut <i>minutes</i>	60 minut <i>minutes</i>	240 minut <i>minutes</i>
№ 1	2	7	8	—	—	14	14	14
№ 2	0	5	9	—	—	17	17	18
№ 3	0	1	8	—	—	14	14	15
№ 4	—	4	8	12	14	—	—	—
№ 5	—	4	8	12	13	—	—	—
№ 6	—	4	9	13	14	—	—	—
№ 7	—	5	9	12	12	—	—	—
№ 8	—	3	9	11	12	—	—	—

B.

Czas przebywania w moczniku <i>Durée du séjour dans l'urée</i>	5 minut <i>minutes</i>	10 minut <i>minutes</i>	15 minut <i>minutes</i>	25 minut <i>minutes</i>	35 minut <i>minutes</i>	45 minut <i>minutes</i>	90 minut <i>minutes</i>	120 minut <i>minutes</i>	18 godzin <i>heures</i>
№ 1	11	19	22	23	24	24	24	24	20
№ 2	10	13	19	19	22	22	22	22	15

Tabela XIII.

Zmiany objętości komórki jajowej (A) w 0.7 M glukozie i (B) w 0.8 M moczniku, w jednostkach względnych.

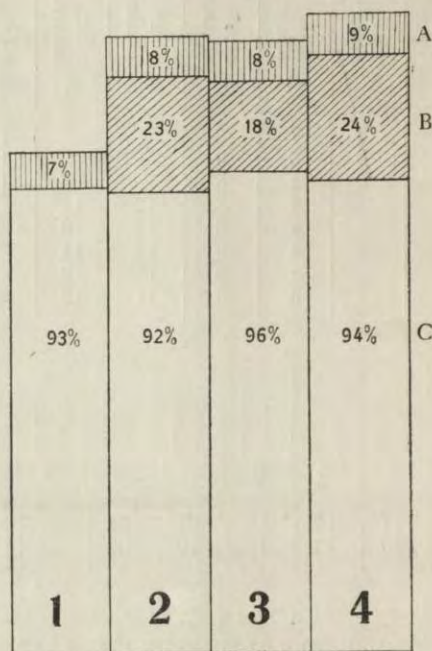
Changements du volume de la cellule ovulaire (A) dans de la glucose de 0.7 M et (B) dans de l'urée de 0.8 M (unités relatives).

Czas przebywania w glukozie <i>Durée du séjour dans la glucose</i>	0 minut <i>minutes</i>	5 minut <i>minutes</i>	10 minut <i>minutes</i>	15 minut <i>minutes</i>	50 minut <i>minutes</i>	60 minut <i>minutes</i>	240 minut <i>minutes</i>
№ 1	100	100	97	95	92	92	95
№ 2	100	105	103	103	102	102	103
№ 3	100	105	107	99	102	102	102

B.

Czas przebywania w moczniku <i>Durée du séjour dans l'urée</i>	0 minut <i>minutes</i>	5 minut <i>minutes</i>	10 minut <i>minutes</i>	15 minut <i>minutes</i>	20 minut <i>minutes</i>	25 minut <i>minutes</i>	30 minut <i>minutes</i>	50 minut <i>minutes</i>	120 minut <i>minutes</i>	18 godzin <i>heures</i>
№ 1	100	100	98	100	97	103	101	101	101	103
№ 2	100	93	99	96	98	100	97	97	97	101

linu i pobierania wody przez jajko jest w szerokich granicach niezależny od ciśnienia osmotycznego środowiska (rys. 2, 3 i 4).



Rys. 4. Zmiany objętości jaj pstrąga w różnych środowiskach. 1 — objętość jaja „suchego”, 2 — objętość jaja po dwugodzinnym pozostawianiu w wodzie, 3 — objętość jaja po dwugodzinnym pozostawianiu w 0.7 M glukozie, 4 — objętość jaja po dwugodzinnym pozostawianiu w 0.8 M moczniku. A — objętość błony, B — objętość periwitelinu, C — objętość komórki jajowej. Wszystkie wartości liczbowe wyrażone w procentach objętości początkowej jaj.

Fig. 4. Changements du volume des oeufs de Truite dans les differents milieux. 1 — volume de l'oeuf „sec”, 2 — volume de l'oeuf après le séjour de 2 heures dans l'eau, 3 — volume de l'oeuf après le séjour de 2 heures dans la glucose de 0.7 M, 4 — volume de l'oeuf après le séjour de 2 heures dans l'urée de 0.8 M. A — volume de la membrane, B — volume du péritvélin, C — volume de la cellule ovulaire. Toutes les valeurs numériques expriment les pour-cents du volume initial de l'oeuf.

Hamujące działanie hipotonicznych roztworów elektrolitów na powstawanie periwitelinu ma charakter specyficzny, którego natury w chwili obecnej określić nie można.

VII. Ciśnienie osmotyczne.

Pomiary ciśnienia osmotycznego w jajach ryb łososiowatych robione były przez SCHMIDT-NIELSENA ('10)¹⁾, RUNNSTRÖMA ('20) i GRAYA ('20). Podobnie, jak wspomniani autorowie, posługiwałem się w swych badaniach metodą krjoskopową, używając do pomiarów aparatu DEKHUYZENA.

W celu stwierdzenia, czy ciśnienie osmotyczne jaj, umieszczonych w wodzie ulega obniżeniu, na co wskazywało pobieranie przez nie znacznych ilości wody, oznaczałem obniżenie punktu zamarzania miazgi jaj „suchych“ oraz miazgi jaj zapłodnionych i niezapłodnionych, które czas pewien pozostawały w wodzie.

Wyniki pomiarów, wykonanych na jajach, pochodzących od jednej samicy, są następujące:

	Δ
1° jaja „suche“	0.640°
2° „ niezapłodnione po 30 godz. przebywania w wodzie	0.383°
3° płyn coelomatyczny	0.615°.

Z pomiarów tych wynika, że miazga jaj niezapłodnionych, umieszczonych w wodzie, ma ciśnienie osmotyczne wybitnie mniejsze, niż miazga jaj, które w kontakcie z wodą nie były.

Następne pomiary, wykonane na jajach innych samic, potwierdzają zasadniczo fakt stwierdzony wyżej:

	Δ
a) jaja „suche“ (<i>Trutta iridea</i>)	0.644°
b) „ zapłodnione po 18 godzinach (stadium 8 blastomerów)	0.446°
c) „ zapłodnione po 20 godzinach (stadium 12 blastomerów)	0.437°
d) „ niezapłodnione po 23 dniach przebywania w wodzie	0.391°.

Z przytoczonych liczb wynika, że 1° jaja pstrąga po opuszczeniu jajników znajdują się w środowisku (płyn coelomatyczny), którego ciśnienie osmotyczne ($\Delta = 0.615^\circ$) bardzo jest zbliżone do ciśnienia osmotycznego samych jaj ($\Delta = 0.64^\circ$), i 2° ciśnienie osmotyczne tak zapłodnionych, jak i niezapłodnionych

¹⁾ Cytowane według RUNNSTRÖMA '20.

jaj pstrąga po przeniesieniu ich do wody ulega wyraźnemu obniżeniu wynoszącemu 30—40% ciśnienia, jakie panuje w jajach „suchych“, wyjętych bezpośrednio z jamy ciała.

Według GRAYA ('20) ciśnienie osmotyczne jaj pstrąga nie ulega zmianie po zapłodnieniu. Podane przez tego autora wartości ciśnienia osmotycznego wynoszą

dla jaj niezapłodnionych $\Delta = 0.46^{\circ}, 0.52^{\circ}, 0.48^{\circ}$

„ „ „ zapłodnionych $\Delta = 0.44^{\circ}, 0.53^{\circ}, 0.47^{\circ}$.

Z tych danych GRAY wyprowadza wniosek, że jaja pstrąga, w przeciwieństwie do jaj płazów, nie zmieniają ciśnienia osmotycznego pod wpływem zapłodnienia.

Wniosek GRAYA słuszny jest w tej tylko części, która mówi o niezależności ciśnienia osmotycznego od zapłodnienia. Istotnie, bowiem, zapłodnienie samo, t. j. wniknięcie plemnika do wnętrza jaja, nie jest przyczyną spadku ciśnienia osmotycznego w jajach.

Natomiast druga część wniosku, przeciwstawiająca jaja pstrągów jajom płazów pod względem zachodzących w nich zmian ciśnienia osmotycznego, nie jest słuszna, polega ona na nieporozumieniu.

GRAY bowiem w doświadczeniach swoich uwzględnia jaja niezapłodnione, które były już czas pewien w wodzie. Jaja zaś takie, pobierając wodę również chciwie, jak jaja zapłodnione (patrz rozdział III i IV niniejszej pracy), obniżają jednocześnie ciśnienie osmotyczne o 40% w porównaniu z ciśnieniem, panującym w jajach niezapłodnionych „suchych“, t. j. nie będących jeszcze w kontakcie z wodą.

Pod tym więc względem jaja pstrąga bynajmniej nie przeciwstawiają się jajom płazów.

PRZYŁĘCKI ('17) stwierdził, że jaja żaby (*Rana fusca*) tak zapłodnione, jak i niezapłodnione obniżają swe ciśnienie osmotyczne w jednakowym stopniu. Gdy, mianowicie, w jajach niezapłodnionych, wziętych z jajowodów, $\Delta = 0.492^{\circ}$, to w jajach zapłodnionych i niezapłodnionych, przebywających około 3 godzin w wodzie, Δ wynosi 0.15—0.05°. Są to te same wielkości, które znalezione były przez BACKMANA i RUNNSTRÖMA ('09 i '12) dla zapłodnionych jaj żaby. RUNNSTRÖM ('20), badając jaja *Salmo salvelinus*, stwierdził również, że ciśnienie osmotyczne w jajach zapłodnionych jest niższe, niż w jajach „suchych“. Δ tych ostatnich równa się 0.645°, wynosi więc tyleż, co w jajach pstrąga według moich oznaczeń. Natomiast w jajach zapłodnionych (po

4 godzinach pobytu w wodzie) Δ wynosi 0.599^0 , czyli jest tylko o 7% mniejsza, niż w jajach niezapłodnionych „suchych“.

Znaczna różnica między spadkiem ciśnienia osmotycznego, stwierdzonym przez RUNNSTRÖMA w jajach *Salmo salvelinus*, a spadkiem, obserwowanym przeze mnie w jajach pstrąga, może polegać na odmienności gatunkowej badanego materiału, bądź też jest ona przypadkową tylko. Jak wynika bowiem z moich pomiarów, ilość pobieranej wody przez jaja tego samego gatunku osobników waha się dość znacznie.

W wyniku powyższych uwag należy stwierdzić: 1^o, że wbrew poglądom GRAYA, w jajach ryb łososiowatych, przeniesionych do wody, zachodzi mniej lub więcej znaczny spadek ciśnienia osmotycznego, występujący zarówno w jajach zapłodnionych, jak i niezapłodnionych, 2^o że zjawisko to ma charakter powszechności, obserwowano je bowiem we wszystkich badanych pod tym względem grupach zwierzęcych, rozwój jaj których odbywa się w środowisku hipotonicznym: u ptaków, płazów, ryb i skorupiaków.

Wewnątrz organizmu rodzicielskiego jaja znajdują się w środowisku izotonicznym. Złożone do wody, jaja pobierają znaczne jej ilości, co naturalnie musi mieć wpływ na obniżenie ciśnienia osmotycznego w jajach.

Powstaje tu pytanie, w jakim stopniu ilość pobranej wody może wpływać na obniżenie ciśnienia osmotycznego w jajach pstrąga. Czy spadek tego ciśnienia może być objaśniony przez przyrost pobranej ze środowiska wody, czy też dokonywa się jednocześnie wydalanie z ooplazmy substancyj osmotycznie czynnych?.

Średnia ilość wody, pobieranej przez jaja pstrąga, wynosi około 20% objętości jaj „suchych“, zaś ciśnienie osmotyczne spada o 30—40%. Gdybyśmy ooplazmę traktowali jako roztwór zwykły, to dodanie 20% wody mogłoby obniżyć panujące w niej ciśnienie osmotyczne tylko o 16.7%. Ponieważ jednak plazma jest roztworem niejednorodnym, zawierającym obok fazy wodnej fazę rozdrobnioną, która tylko w bardzo nieznacznym stopniu może wywierać wpływ na ciśnienie osmotyczne komórki, przeto stopień obniżenia się ciśnienia osmotycznego w komórce zależy nie od stosunku objętości pobranej wody do objętości ooplazmy, lecz do objętości jej fazy wodnej.

Dla należytej więc oceny wpływu pobranej przez jajko wody na jego ciśnienie osmotyczne należy ustalić, jaką objętość w komórce jajowej zajmuje faza wodna.

W pierwszym przybliżeniu wielkość tę obliczyć można z danych, dotyczących zawartości wody w komórce jajowej.

Ilość wody w jajach pstrąga wynosi, według TANGLA i FARKASA ('04) 66.12%, według FAURÉ-FREMIET i GARRAULTA ('22) — 58.5% i według KRONFELDA i SCHEMINZKY'EGO ('26) od 66.2 do 68.5%.

Dane TANGLA i FARKASA oraz SCHEMINZKYEGO i KRONFELDA odnoszą się do jaj, które już czas jakiś były w wodzie. W rozważaniach więc naszych możemy oprzeć się tylko na liczbach FAURÉ-FREMIET'a i GARRAULT, którzy podają zawartość wody w jajach „suchem“, równą 58.5% wagi jaj.

Uwzględniając objętość właściwą plazmy, która według BIALASZEWICZA ('27) wynosi 0.92, otrzymamy ilość zawartej w niej wody równą 63.6% objętości jaja, która to liczba daje nam przybliżoną wartość dla objętości fazy wodnej w „suchem“ jajku pstrąga. Ponieważ przeniesione do wody jaja pobierają ilości wody, wynoszące około 20% pierwotnej objętości jaja, przeto ilość pobranej wody stanowić będzie 31,5% fazy rozpuszczającej. Na podstawie tych rozważań należałoby się spodziewać, że spadek ciśnienia osmotycznego w jajach przeniesionych do wody wyniesie około 24%. Według pomiarów moich wielkość ta stanowi 30—40%. Jak widzimy więc, liczby doświadczenia i liczby teoretyczne są bardzo do siebie zbliżone. Zgodność tych liczb byłaby prawdopodobnie jeszcze większa, gdybyśmy uwzględnić mogli ilości wody, które są ściśle związane ze składnikami koloidalnymi plazmy. Ilości wody trwale związanej ze składnikami koloidalnymi plazmy są, według RUBNERA ('22), dość znaczne, wynoszą bowiem w aorcie 17.4% w mięśniu sercowym wołu 18.3%, w mięśniu szkieletowym 24.1%, w ciałkach krwi 42.7% ogólnej ilości wody w danej tkance.

Zgodność liczb teoretycznych z liczbami doświadczenia pozwala przypuszczać, że mniejsze ciśnienie osmotyczne miazgi jaj pstrąga, pozostających czas jakiś w wodzie, w porównaniu do ciśnienia osmotycznego miazgi jaj „suchych“ uzależnione jest, jeśli nie wyłącznie, to w przeważnej mierze, od ilości pobranej przez jajko wody. Strata elektrolitów przez jajko

może być tylko bardzo nieznaczna. Wniosek powyższy zgadza się z wynikami doświadczeń GRAYA ('20). GRAY stwierdził mianowicie, że przewodnictwo elektrolityczne wody, w której znajdowały się jaja pstrąga, nie ulega wydatniejszym zmianom. To samo stwierdził Mc CLENDON u *Esox* i *Fundulus* ('14 i '15b), których jaja, przeniesione do wody, nie tracą elektrolitów.

Zestawiając dane, dotyczące zmian ciśnienia osmotycznego, zachodzących w jajach płazów i ryb, widzimy, że w jajach płazów spadek ciśnienia osmotycznego jest znacznie większy, niż w jajach ryb. Gdy u płazów wynosi on około 90% ciśnienia początkowego (BACKMANN i RUNNSTRÖM '09, '12 i PRZYŁĘCKI '17), to w jajach ryb, według wyżej przytoczonych moich pomiarów, wykonanych na miaradze jej pstrąga nie przekracza on 40%.

Na podstawie posiadanych obecnie danych, w jajach ryb spadek ten byłby głównie uwarunkowany ilością pobranej przez jaja wody, w jajach zaś żaby spadek ciśnienia osmotycznego byłby wynikiem pobierania wody oraz jednoczesnego wydalania elektrolitów z plazmy do otaczającego środowiska (Mc CLENDON '15a, Voss '26).

Spadek ciśnienia osmotycznego w jajach żaby tłumaczony był przez BACKMANA i RUNNSTRÖMA w sposób następujący: pod wpływem zapłodnienia zmienia się stan skupienia plazmy jajowej, powstają w niej procesy żelifikacji, podczas których część elektrolitów jest adsorbowana przez składniki koloidalne. Ilości pobranej przez jaja wody są, według tych autorów, zbyt nikłe, aby mogły spowodować tak znaczny spadek ciśnienia osmotycznego, jaki był przez nich obserwowany.

Jednakże zaznaczyć należy, że ilość pobieranej wody przez jaja nie była przez nich mierzona, nadto zaś, że nie uwzględniali oni w swych rozumowaniach tego, iż spadek ciśnienia osmotycznego w jajach jest zależny od stosunku pobranej wody do fazy rozpuszczającej plazmy, a nie do całości plazmy komórkowej.

Inne tłumaczenie omawianego zjawiska w jajach żaby podaje BIAŁASZEWICZ ('12). Autor ten przypuszcza, że spadek ciśnienia osmotycznego jest wynikiem wydalania przez jajko substancyj osmotycznie czynnych, które, pozostając w przestrzeni periwitelinarnej wskutek nieprzepuszczalności błony, powodują powstanie periwitelinu.

Żadna z tych hipotez, jak widzimy, nie znajduje potwierdzenia w wynikach moich badań nad jajami pstrąga.

Ponieważ błona jajowa pstrąga jest przepuszczalna dla krystaloidów, przeto wydalone do periwitelinu osmotycznie czynne substancje, mogąc dyfundować do otaczającej wody, nie mogą powodować powstania periwitelinu i związanego z tem turgoru komórki.

Zjawisko powstawania periwitelinu w jajach pstrąga i prawdopodobnie innych ryb może być wytłumaczone w sposób następujący: plazma jajowa podczas skurczu, który występuje po kilkominutowem pobycie jaja w wodzie, wydała do przestrzeni periwitelinowej substancje koloidalne, posiadające wybitną zdolność chłonięcia wody. Substancje te pęcznieją pod wpływem chłoniętej wody i, nie mogąc dyfundować nazewnątz jaja poprzez błonę (chorion), która jest dla nich nieprzepuszczalna, warunkują szereg zjawisk, występujących w jajach: turgor, wzrost objętości jaja, oraz powstanie periwitelinu. Zmiany powyższe byłyby zależne w głównej mierze od intensywności pęcznienia substancyj koloidalnych, wydalanych do periwitelinu.

Za hipotezą powyższą przemawiałby fakt, powstawania periwitelinu w środowisku hipertonicznem nieelektrolitów.

Możnaby przypuszczać, że w środowisku takim objętość jaja ulegnie zmniejszeniu. Wyniki doświadczeń moich przeczą jednak temu. Objętość jaj w roztworach glukozy (0.7—0.75 M) i w moczniku (0.8 M) zaczyna bowiem wzrastać od chwili zetknięcia się jaj z roztworem i dochodzi do wielkości mało różniącej się od tej, jaką osiąągają jaja umieszczone w wodzie (rys. 2). Dopiero stężenie jednego mola glukozy powoduje zmniejszenie się objętości jaja, połączone z jego deformacją i cytolizą komórki jajowej. Gdyby ilości pobieranej przez jajko wody i związany z tem wzrost periwitelinu jaj, znajdujących się w środowisku hipertonicznem, były wynikiem różnicy ciśnień osmotycznych między środowiskiem i jajkiem, to należałoby przypuszczać, że ciśnienie osmotyczne jajka jest większe, niż ciśnienie 0.7 molarne roztworu glukozy. Temu jednak przeczą pomiary krjoskopowe.

Jeżeli więc w tak wysokich stężeniach objętość jaj wzrasta, to powinniśmy przyjąć istnienie czynnika, któryby stanowił przeciwwagę odwadniającemu działaniu hipertonji.

Czynnik ten jest zlokalizowany w przestrzeni periwitelinarnej, ponieważ sama komórka jajowa nie uległa znacznieszym

zmianom objętości, i winien być reprezentowany przez substancje niedyfundujące przez błonę jajową, a więc znajdować się w stanie koloidalnym. Wzrost objętości jaj w środowisku hipertonicznym oraz zwiększanie się objętości periwitelinu jest wypadkową dwu przeciwdziałających sobie procesów: mamy tu do czynienia z odwadniającym działaniem hipertonicznej oraz z pobieraniem wody przez jajko wskutek pęcznienia koloidów.

Ponieważ z toku niniejszej pracy wynika, że objętość jaj i periwitelinu wzrasta najintensywniej w pierwszym kilkunastominutowym okresie przebywania jaj w hipertonicznej, kiedy różnica ciśnień osmotycznych w jajach i środowisku nie jest wyrównana, przeto fakt ten daje nam pewne wyobrażenie o stopniu powinowactwa koloidów periwitelinu do wody.

Co się tyczy pytania, postawionego we wstępie niniejszej pracy, w jaki sposób utrzymuje się różnica ciśnień między jajkiem i otaczającym go środowiskiem wodnym po spadku ciśnienia osmotycznego, to i na to pytania, sądzę, podana wyżej hipoteza, daje nam częściowo odpowiedź.

Pęcznienie koloidów periwitelinu znajduje na drodze zwiększania swej objętości przeciwwagę we wzrastającej sprężystości błony jajowej. W miarę pobierania wody przez koloidy periwitelinu powinowactwo ich do wody maleje, jednocześnie zaś wzrasta napięcie błony jajowej w miarę zwiększania się objętości jaja i utrudnia coraz więcej pobieranie wody, hamując dalszy wzrost objętości jaja. Ostateczna objętość jaja jest wyrazem stanu równowagi między procesem pęcznienia koloidów periwitelinu i przeciwdziałającym mu oporem błony jajowej.

W tym stanie równowagi koloidy periwitelinu, nie będąc jeszcze całkowicie nasycone wodą, nie mogą pobierać jej więcej z otoczenia i chronią komórkę jajową przed nadmiernym przenikaniem do jej wnętrza wody z otaczającego środowiska, co musiałoby nastąpić wobec znacznej różnicy ciśnień między środowiskiem a komórką jajową. Ilość wody, przedostająca się z periwitelinu do komórki jajowej, byłaby uzależniona od stopnia uwodnienia koloidów periwitelinu.

Streszczając powiedziane wyżej, możemy, w myśl podanej hipotezy, scharakteryzować rolę błony i periwitelinu w rozwoju zarodka w sposób następujący: trudno rozciągliwa błona jajowa ogranicza stopień uwodnienia koloidów

periwitelinu, które dzięki temu ze swej strony ograniczają dopływ wody do komórki jajowej.

Streszczenie.

- 1°. Błony jaj pstrąga posiadają budowę włóknistą.
- 2°. Po przeniesieniu jaj pstrąga do wody błony ich stają się wybitnie sprężyste i odporne na działanie ługów (patrz RUNNSTRÖM '20).
- 3°. Błony jaj są przepuszczalne w obu kierunkach dla krystaloidów i bardzo mało przepuszczalne dla koloidów.
- 4°. Przypuszczalność błon nie zmienia się w ciągu rozwoju jaja (tab. III).
- 5°. Przeniesione z jamy ciała do wody, jaja pstrąga pobierają wodę w ilości około 20% objętości pierwotnej (tab. V i VI, rys. 2).
- 6°. Ciśnienie osmotyczne tak zapłodnionych, jak i niezapłodnionych jaj pstrąga zmniejsza się w wodzie o 30—40% w stosunku do ciśnienia osmotycznego jaj, które nie były w kontakcie z wodą.
- 7°. Spadek ciśnienia osmotycznego w jajach pstrąga jest więc niezależny od aktu zapłodnienia. Zjawisko to jest uwarunkowane w głównym stopniu ilością pobranej przez jajko wody.
- 8°. Zjawisko powstawania periwitelinu przebiega równoległe do procesu chłonięcia wody przez jajko (tab. VI, VII i rys. 3, 4). Objętość periwitelinu jest zbliżona do objętości pobranej wody.
- 9°. Hipotoniczne roztwory elektrolitów hamują proces tworzenia się periwitelinu. Periwitelin powstaje natomiast w hipertonicznych roztworach nieelektrolitów (tab. XII).
- 10°. Powyższe fakty pozwalają przypuszczać, że powstawanie periwitelinu i wybitny turgor jaj w wodzie są wynikiem pęcznienia koloidów, wydalanych przez plazmę do przestrzeni periwitelinarnej.

Piśmiennictwo.

- Atkins W. R. 1909. The osmotic pressure of the blood and eggs of birds. Dublin Sci. Proc. Roy. Soc. 12 (123). Backmann E. L. und J. Runnström. 1909. Physikalisch-chemische Faktoren bei der Embryonalentwicklung. Der osmotische Druck bei der Entwicklung von *Rana temporaria*.

Bioch. Zeitschr. 22 (290). **Backman E. L.** und **J. Runnström.** 1912. Der osmotische Druck während der Embryonalentwicklung von *Rana temporaria*. Pflüg. Arch. 144 (287). **Backman E. L.** und **J. Runnström.** 1912. Die Einwirkung der Befruchtung auf den osmotischen Druck der Eier von *Bufo vulgaris* und *Triton cristatus*. Pflüg. Arch. 148. **Białaszewicz K.** 1908. Beiträge zur Kenntnis der Wachstumsvorgänge bei Amphibienembryonen. Bull. Acad. Sc. Cracovie (783). **Białaszewicz K.** 1912. Über das Verhalten des osmotischen Druckes während der Entwicklung der Wirbeltierembryonen Arch. f. Entw.-Mech. 34 (489). **Białaszewicz K.** 1921. Wpływ ciśnienia osmotycznego na szybkość rozwoju zarodków. Prace Instytutu im. Nenckiego. 1, № 10. (L'influence de la pression osmotique sur la vitesse du développement des embryons. Trav. de l'Institut Nencki. 1, № 10). **Białaszewicz K.** 1927. O zastosowaniu ultrafiltracji w badaniach nad rozmieszczeniem elektrolitów w cytoplazmie. Ibid. 4, № 57. (Sur l'emploi de l'ultrafiltration pour l'étude de la répartition des électrolytes dans le cytoplasme. Ibid. 4, № 57). **Fauré-Fremiet E.** et **H. Garrault.** 1922. Constitution de l'oeuf de Truite. Comptes Rend. Acad. des Sc. 174 (1375). **Glaser O.** 1914. The change in volume of *Arbacia* and *Asterias* eggs at fertilisation. Biol. Bull. 26 (84). **Gray J.** 1920. On the relation of the animal cells to electrolytes. I. A physiological study of the egg of the trout. Jour. of Physiol. 53 (308). **Höber R.** 1926. Physikalische Chemie der Zelle und Gewebe. VI Auflage. **Kronfeld P.** und **F. Scheminzy.** 1926. Beiträge zur physikalisch-chemische Biologie der Forellenentwicklung. II Mitteilung. Wachstum, Dotterresorption und Wasserhaushalt. Arch. f. Entw.-Mech. 107 (129). **McClendon J. F.** 1914. On the parallelism between increase in permeability and abnormal development of fish eggs. Internat. Zeitschr. f. phys.-chem. Biol. 1 (28). **McClendon J. F.** 1915a. The preservation of the life of the frogs egg and the initiation of development by increase in permeability. Amer. Jour. of Physiol. 38 (163). **McClendon J. F.** 1915b. The action of anesthetics in preventing increase of cell permeability. Ibidem (173). **Michaells L.** 1914. Eine Mikroanalyse des Zuckers im Blut. Bioch. Zeitschr. 59 (166). **Péterfi T.** 1927. Die Abhebung der Befruchtungsmembran bei Seeigeleiern. Arch. f. Entw.-Mech. 112 (660). **Pirlot.** 1925. Sur l'activation traumatique des oeufs de *Petromyzon fluviatilis*. Comptes rend. de la Soc. de Biol. 93 (830). **Przyłęcki S.** 1917. Spadek ciśnienia osmotycznego i rola periwitelinu w jajach płazów. Sprawozdanie Tow. Nauk. Warsz. 10 (323). (La diminution de la pression osmotique et le rôle du liquide périvitellin dans les oeufs d'Amphibiens. Comptes Rend. de la Soc. des Sc. de Varsovie. 10, 323). **Przyłęcki S.** 1918. Warunki powstawania periwitelinu w jajach niezapłodnionych żaby płowej. Sprawozdania Tow. Nauk. Warsz. 11 (751). (Les conditions de la formation du périvitellin dans les oeufs vierges de *Rana temporaria*. Ibidem. 11, 751). **Przyłęcki S.** 1921. Zmiany ciśnienia osmotycznego w czasie rozwoju dzieworodnego zarodków rozwielitek. Prace Instytutu im. Nenckiego. 1, № 6. (Recherches sur la pression osmotique chez les embryons de Cladocères provenant des oeufs parthénogénétiques. Travaux de l'Institut Nencki. 1, № 6). **Przyłęcki S.** 1921. Zmiany ciśnienia osmotycznego w czasie rozwoju zapłodnionych jaj rozwielitek. Ibidem, № 13. (Recherches sur la

pression osmotique chez les embryons de Cladocères provenant des oeufs fécondés. Ibidem, № 13). **Rubner M.** 1922. Über die Wasserbindung in Kolloiden mit besonderer Berücksichtigung des quergestreiften Muskels. Abhandl. d. Preussisch. Akad. d. Wissensch. **Runnström J.** 1920. Über osmotischen Druck und Eimembranfunktion bei den Lachsfischen. Acta Zoologica (1). **Schmidt-Nielsen S.** 1910. Saltvandsfiske i ferskvand. Nyt Naturvidensk. Magazin. **Snyder Ch. D.** 1925. Egg-volumen and fertilisation membrane. Biol. Bull. 49 (54). **Tangl F.** und **K. Farkas.** 1904. Beiträge zur Energetik der Ontogenese IV. Über den Stoff- und Energieumsatz in bebrüteten Forellenei. Arch. f. ges. Physiol. 104 (624). **Voss H.** 1926. Entwicklungsphysiologische Untersuchungen am Froschei. Arch. f. Entw.-Mech. 107 (241). **Whitehorn J. C.** 1921. Simplified method for determination of chlorides in blood or plasma. Journ. of biol. Chem. 45 (449).

[Instytut Chemji Lekarskiej Uniwersytetu Lwowskiego]

St. Chrzęszczewski i Wł. Mozołowski.

Badania nad wzajemną zależnością powstawania kwasu mlekowego i amoniaku w mięśniach płazów.*

Untersuchungen über den Zusammenhang der Milchsäurebildung und der Ammoniakbildung im Amphibienmuskel.

Rękopis nadesłany w dniu 25. II. 1928 r.

1°. Wird ein Muskel mit Quarzsand und Wasser zerrieben, so entstehen im Verlaufe von 2 Minuten (vom Anfang der Zerreibung an) Milchsäuremengen, die den Anfangswert etwa zehnfach übersteigen. Der zeitliche Verlauf erinnert an den der traumatischen Ammoniakbildung.

2°. Durch kaltgesättigte Boraxlösung ($\text{pH}=9.3$) wird die traumatische Milchsäurebildung im Muskel ebenso gehemmt, wie die Ammoniakbildung.

3°. Durch 1% Na_2F_2 -Lösung wird die traumatische Milchsäurebildung gänzlich aufgehoben, wogegen die Ammoniakbildung nur wenig verzögert wird. Auf diesem Wege ist es möglich, beide Prozesse voneinander zu trennen.

* Praca wykonana z zasiłku ELLA SACHS-PLOTZ Foundation w Nowym Jorku, udzielonego prof. PARNASOWI.

Między powstawaniem w mięśniu żaby amonjaku a powstawaniem w nim kwasu mlekowego istnieje wiele podobieństwa. Mała zawartość amonjaku w mięśniu będącym w spoczynku, gwałtowny wzrost pod wpływem zniszczenia struktury tkanki, czy to przez mechaniczne działanie, czy też w stężeniach: cieplnym, chloroformowym, kofeinowym; wytwarzanie się powolne w izolowanym mięśniu, zależność ilości powstającego amonjaku od pory roku i stanu odżywienia, wreszcie powstawanie amonjaku w czasie pracy mięśniowej w ilościach, proporcjonalnych do wywołanego napięcia (PARNAS i MOZOŁOWSKI '27, 1, 2, PARNAS, MOZOŁOWSKI i LEWIŃSKI '27, 1, 2, MOZOŁOWSKI i LEWIŃSKI '27)—wszystkie te zjawiska mają swe odpowiedniki w tworzeniu się kwasu mlekowego (FLETCHER i HOPKINS '06, MEYERHOF '20, 1, 2, 3; '21, 1, 2).

Między obydwoma zjawiskami zachodzą jednak wyraźne różnice; niezależność wytwarzania amonjaku od obecności tlenu (PARNAS i MOZOŁOWSKI '27, 1, str. 424) oraz trwanie w mięśniu amonjaku raz utworzonego (PARNAS i MOZOŁOWSKI '27¹⁾), oto cechy właściwe procesowi amonjakotwórczemu, w przeciwstawieniu do okresowości kataboliczno-anabolicznej przemiany węglowodanowej, z jej zależnością od zaopatrzenia w tlen (MEYERHOF '20, 2).

Wobec tego stanu rzeczy nasuwa się potrzeba zbadania zależności obydwu zjawisk i stwierdzenia, czy są one związane w znaczeniu chemicznym, to jest tak, że amonjak i kwas mlekowy są przetworami jednej reakcji chemicznej albo reakcyj sprzężonych; czy też przebiegają równolegle, jako reakcje od siebie niezależne, ale wyzwolone przez tę samą zmianę warunków. Opierając się na obecnym stanie wiadomości o przemianie węglowodanów w mięśniu, można sobie wyobrazić, że w te złożone przemiany mogą być wplecione przemiany ciał azotowych, w których odszczepia się amonjak. Przykład takiej reakcji podali niedawno C. NEUBERG i M. KOBEL ('27), którzy stwierdzili, że przy

¹⁾ Na X zjeździe fizjologów niemieckich we Frankfurcie zaznaczyła się wyraźnie różnica poglądów na tę sprawę w przemówieniach PARNASA i EMBDENA. W związku z tem uważamy za stosowne zaznaczyć, że w doświadczeniach naszych nadal nie natrafiliśmy na fakty, które przemawiałyby za odwracalnością w sensie podanym przez EMBDENA (Por. Berichte über die ges. Physiologie, 42, 559—561, 1928).

działaniu metyloglioksalu na aminokwasy lub aminopuryny powstaje amonjak; przykład ten wykazuje możliwość związania amonjogenezy z przemianą ciał, z których powstaje kwas mlekowy. Przedmiotem naszej pracy jest wzajemna zależność urazowego powstawania amonjaku i kwasu mlekowego; spróbujemy zbadać przebieg urazowego powstawania tych ciał oraz wpływać na nie za pomocą czynników hamujących. W tej drodze uda się może stwierdzić, czy amonjogeneza i przemiana węglowodanowa są ze sobą ściśle związane, czy też dadzą się rozdzielić.

I. Metodyka.

Oznaczanie amonjaku wykonywaliśmy metodą PARNASA i HELLERA ('24) ściśle według przepisu, podanego przez PARNASA i MOZOŁOWSKIEGO ('27, 1.). W celu oznaczenia zawartości istotnej kwasu mlekowego rozcieraliśmy mięśnie z piaskiem kwarcowym i 8% kwasem solnym, następnie dodawaliśmy tyle wody, ile użyto kwasu solnego.

W celu oznaczenia kwasu mlekowego, powstałego wskutek zmiżdżenia tkanki, rozcierano mięśnie z piaskiem kwarcowym i wodą, a po oznaczonym czasie dodawano tyle 8% kwasu solnego, ile użyto przedtem wody. Odbiałczenie oraz usuwanie węglowodanów przeprowadzano za pomocą metody CLAUSENA, ściśle według przepisu HIRSCH-KAUFMANN ('24).

Utlenienie kwasu mlekowego na aldehyd octowy oraz destylację wykonywaliśmy w zestawieniu, podanem przez PARNASA ('15, str. 7). W ciągu pracy wprowadziliśmy pewne zmiany, oparte na badaniach FRIEDEMANN, COTONIO i SHAFFERA ('27), a polegające na tem, że utlenianie kwasu mlekowego odbywa się w obecności kwasu siarkowego, zawierającego siarczan manganawy, przy użyciu jako środka utleniającego n/100 nadmanganianu potasowego; umożliwia to znacznie szybsze wykonanie analizy. Drugą bardzo cenną zmianą, podaną przez wymienionych autorów, jest pochłanianie przedestylowanego aldehydu octowego w znacznym nadmiarze dwusiarczynu potasowego; po ukończonej destylacji wiąże się nadmiar dwusiarczynu n/100 roztworem jodu, a następnie rozkłada się związek aldehydu z dwusiarczynem przez dodanie nasyconego roztworu dwuwęglanu sodowego; ilość aldehydu przedestylowanego oznaczamy przez miareczkowanie n/100 roztworem jodu.

II. Przebieg urazowego powstawania amonjaku i kwasu mlekowego.

Przebieg urazowego powstawania amonjaku w mięśniu żabim, rozartym z kwarcem i wodą, opisali PARNAS i MOZOŁOWSKI ('27, 1, str. 412): gdy zawartość początkowa (w mięśniu rozartym z boranem) wynosiła 0.72 mg % $\text{NH}_3\text{-N}$, to po zahamowaniu procesu po upływie 16-u sekund od początku rozcierania znajdo-

wali oni 1.54 mg %, po 90-ciu sekundach już 5.23 mg %, a ta wartość w najbliższych minutach nie wzrastała.

Szybkość powstawania kwasu mlekowego w mięśniu pokrajanym badali w swojej klasycznej pracy FLETCHER i HOPKINS ('06) oraz MEYERHOF ('21, 1), który stwierdza, że im drobniej jest pokrajany mięsień, tem prędzej osiąga on maksimum zawartości kwasu mlekowego; autor ten uważa jednak, że samo pokrajanie mięśnia wywołuje przyrost ilości kwasu mlekowego zaledwie około 0.02%, wzrost ten uważa jedynie za następstwo mechanicznego drażnienia i występujących przy tem skurczów mięśniowych. Uważa za wykluczone, by mogło przy krajaniu powstać 0.16% lub więcej kwasu mlekowego (MEYERHOF '21, 1, str. 120).

Między przebiegiem powstawania kwasu mlekowego, wskutek rozdrobnienia tkanki (według badań MEYERHOFA), a amonjogenezą (według doświadczeń PARNASA i MOZOŁOWSKIEGO) istnieją zatem znaczne różnice: w pierwszym przypadku mamy efekt urazowy słaby, ledwo zapoczynający znaczne, w ciągu godziny, powstawanie kwasu, w drugim natomiast amonjogeneza, wywołana przez urazy mechaniczne, dobiega w ciągu dwu minut do końca. Ponieważ jednak MOZOŁOWSKI i LEWIŃSKI ('27, str. 390) stwierdzili, że w mięśniu pokrajanym powstawanie amonjaku przebiega o wiele mniej powolniej, niż w mięśniu rozartym drobno z piaskiem kwarcowym i wodą, należało oznaczyć przebieg powstawania kwasu mlekowego w warunkach takich, w jakich PARNAS i MOZOŁOWSKI badali przebieg powstawania amonjaku.

W tym celu wykonano szereg wstępnych oznaczeń, rozcierając mięśnie z piaskiem kwarcowym i wodą; powstawanie kwasu mlekowego przerywano przez dodanie w oznaczonym czasie kwasu solnego. Wartości początkowe otrzymano, rozcierając mięsień z kwasem solnym i kwarcem. Wyniki tych doświadczeń są zawarte w tabeli I.

Skoro we wstępnych doświadczeniach stwierdzono, że wartość urazowa kwasu mlekowego w mięśniach zbliża się do swego maksimum z podobną szybkością jak ta, z którą osiąga maksimum w miazdze mięśnia zawartość amonjaku, wykonaliśmy szereg doświadczeń w ten sposób, że z odnoży tylnych kilku żab (4 — 5 sztuk), przechowanych na talerzu chłodzonym śniegiem (temp. + 6° C), braliśmy do danego oznaczenia kwasu mlekowego analogiczne mięśnie jednostronne wszystkich

żab i te przerabialiśmy wspólnie. W ten sposób oznaczone zawartości kwasu mlekowego przedstawiają zawartość mięśni tych samych jednostek i dają się ściśle porównać. Oznaczenie amonjaku wykonano na innej żabie; jedynie doświadczenie 6, z dnia 28.II, było wykonane na tym samym materiale, co doświadczenie 3; w tym jednak przypadku musieliśmy użyć różnych mięśni do

Tabela I.

Rana esculenta, Temperatur 19° C.

Data Datum	Płeć Geschlecht	Waga mięśni Muskel- gewicht mg	Zawartość kwasu mlekowego w odsetkach <i>Milchsäuregehalt in Prozenten</i>					
			po rozratarciu z HCl nach Zer- reibung mit HCl	po rozratarciu z wodą, dodano HCl po upływie minut nach Zerreibung mit Wasser, HCl zu- gefügt nach Minuten				
				2/3	2	5	30	60
15.IX.	♀	1920	—	—	0.180	—	—	—
		1850	—	—	—	—	—	0.244
	♂	1800	—	—	—	—	—	0.262
		1765	—	—	—	—	0.257	—
	♂	1800	—	—	—	—	0.250	—
		1990	—	—	—	0.247	—	—
	♀	2030	—	—	—	0.220	—	—
		1900	—	—	—	—	—	0.270
	♂	1770	—	—	—	—	0.256	—
		1550	—	—	—	0.199	—	—
21.IX.	♂	11500	0.020	—	—	—	—	—
		9000	0.019	—	—	—	—	—
	♀	2235	—	—	—	0.132	—	—
		1825	—	—	—	0.162	—	—
	♂	1840	—	—	—	0.159	—	—
		2955	—	0.071	—	—	—	—
	♀	2310	—	0.071	—	—	—	—
		2045	—	—	0.150	—	—	—

oznaczenia kwasu mlekowego i amonjaku; nie porównujemy ze sobą liczb, otrzymanych w doświadczeniu 6, gdyż jest możliwe, że te zależą od rodzaju użytych mięśni.

W innych doświadczeniach użyto tych samych mięśni dla oznaczenia odpowiadających sobie zawartości kwasu mlekowego i amonjaku. Wartości otrzymane podaje tabela II.

W przytoczonych w tabeli II doświadczeniach znajdujemy (po wyłączeniu doświadczenia 6, które było wykonane na innych mięśniach) wyższą zawartość wytworzonego kwasu mlekowego u samców, aniżeli u samic. Kładziemy to na karb wyczerpania

ustroju samic przez wytwarzanie skrzeku; wszystkie wzięte do doświadczeń samice (*Rana temporaria*) zawierały bowiem już skrzek czarny. Przy porównaniu wytworzonych ilości kwasu mlekowego i amonjaku należy uwzględniać nie całkowite ilości, lecz różnicę między całkowitą a początkową zawartością; nieodwracalność w procesie wytwarzania się amonjaku oraz powolne znikanie tego ciała in vivo (MOZOŁOWSKI i LEWIŃSKI '27, str. 391)

Tabela II.

Rana temporaria. Temperatur 19° C.

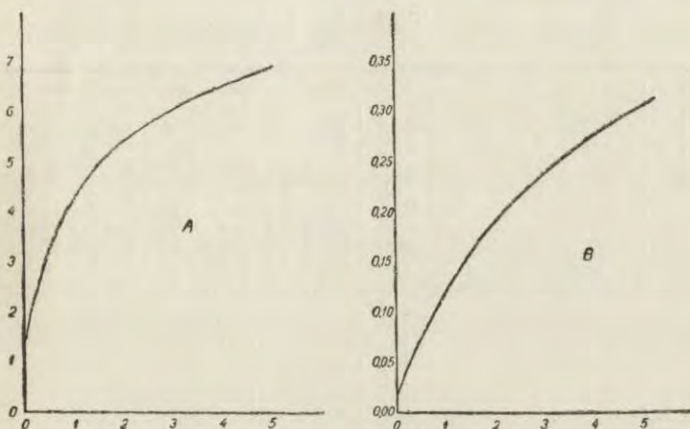
№	Data Datum	Liczba żab i płec Zahl der Frö- sche u. Ge- schlecht	Czas od początku rozcierania do dodania HCl, wzgl. boranu Zeit vom Anfang der Zerrei- bung bis zur Zugabe der HCl oder Borax-lösung				U W A G I
			0''	30''	60''	300''	
			Zawartość kwasu mlekowego w odsetkach Milchsäuregehalt in Prozenten				
1.	22.XI.	5 ♀	0.015 a)	0.084 b)	0.159 c)	0.350 d)	a) <i>mm. gastrocnemii</i>
2.	25.XI.	4 ♀	0.013 a)	0.059 b)	0.141 c)	0.344 d)	b) " "
3.	28.XI.	4 ♀	0.023 a)	0.055 b)	0.100 c)	0.229 d)	c) <i>mm. adductores</i>
			Zawartość NH ₃ -N w mg % NH ₃ -N Gehalt in mg %				d) " "
4.	23.XI.	1 ♀	1.93 ¹⁾	3.52 ¹⁾	4.58 ²⁾	7.69 ²⁾	1) <i>m. gastrocnemius</i>
5.	25.XI.	1 ♀	1.04 ¹⁾	3.26 ¹⁾	3.70 ²⁾	4.87 ²⁾	2) <i>mm. adductores</i>
6.	28.XI.	4 ♀	1.41 ³⁾	2.95 ³⁾	4.60 ⁴⁾	8.12 ⁴⁾	3) <i>mm. tibiales</i> 4) <i>mm. flexores</i>

mogłyby, przy nieuwzględnieniu zawartości początkowej, zupełnie zaciemnić otrzymany z doświadczeń obraz. Porównywując w ten sposób ilości wytworzone w przeciągu 5 minut (300 sekund; por. doświadczenie 1 i 2 z doświadczeniem 4, a doświadczenie 3 z doświadczeniem 5), znajdziemy, że na jeden mg azotu amonjowego wypada 54 do 57 mg kwasu mlekowego, t. j. na jeden mol amonjaku mniej więcej 9 cząsteczek gramowych kwasu mlekowego ¹⁾.

Jeżeli zaś porównamy różnicę w początkowych okresach wytwarzania się kwasu mlekowego i amonjaku, otrzymamy wy-

¹⁾ PARNAS, MOZOŁOWSKI i LEWIŃSKI ('27.1) obliczają przy oznaczaniu współczynnika izometrycznego tworzenia amonjaku, że na wytworzony przy pracy mięśnia 1 mol amonjaku wypada 14 gramocząsteczek kwasu mlekowego; w doświadczeniach tych oznaczano tylko amonjak, porównawcze wartości kwasu mlekowego wzięto z doświadczeń MEYERHOFA ('21.2).

niki, które wskazują, że amonjogeneza wyprzedza nieco tworzenie kwasu mlekowego. Na podstawie przytoczonych doświadczeń, możemy z całą pewnością stwierdzić, że kwas mlekowy, podobnie jak amonjak, powstaje przy roztarciu mięśnia niejako wybuchowo, i zastrzeżenia MEYERHOFA ('20. 3, str. 14), jak i EMBDENA ('25, str. 379), w sprawie poglądu PARNASA z r. 1914 na te sprawy nie są słuszne, jeżeli mięsień traktuje się eksperymentalnie w sposób powyżej opisany.



Rys. 1. A. Krzywa urazowego powstawania amonjaku. Rzędne: Ilość amonjaku w mg azotu amonjakowego na 100 g mięśnia. Odcięte: Czas w minutach. — B Krzywa urazowego powstawania kwasu mlekowego. Rzędne: Ilość kwasu mlekowego w g na 100. Odcięte: Czas w minutach.

Abb. 1. A. Kurve der traumatischen Ammoniakbildung, im Froschmuskel. Ordinate: Ammoniakgehalt in mg $\text{NH}_3\text{-N}$ in 100 g Muskel. Abszisse: Zeit in Minuten. B. Kurve der traumatischen Milchsäurebildung. Ordinate: Milchsäuregehalt in g w 100 g Muskel. Abszisse: Zeit in Minuten.

III. Wpływ boranu sodowego (pH = 9.3) na tworzenie się kwasu mlekowego.

Czynnikiem, który hamuje wytwarzanie się amonjaku i którego zastosowanie umożliwiło PARNASOWI i jego szkole (PARNAS i MOZOŁOWSKI '27. 1) badanie przemiany azotowej mięśnia, jest nasycony na zimno roztwór boraksu (pH = 9.3). Wobec licznych analogii między wytwarzaniem się w mięśniu amonjaku i kwasu mlekowego należało zbadać wpływ boranu na przebieg powstawania tego kwasu.

Wykonaliśmy zatem równoległe oznaczenia kwasu mlekowego i amonjaku, wstrzymując przebieg obydwu spraw zarówno

kwasem solnym, jak i boranem. Wstrzymanie powstawania kwasu mlekowego w oddziaływaniu kwaśnym, stwierdzone jeszcze w roku 1912 przez K. KONDO, zastosowano w metodach oznaczania kwasu mlekowego; umożliwiło ono w stosunkowo szybki i łatwy sposób śledzenie przemian tego ciała w mięśni; analogiczne wstrzymanie tworzenia się amonjaku przy rozcieraniu z kwasem solnym stwierdzili PARNAS i MOZOŁOWSKI (27.1 str. 416). Wpływu boranu na kwas mlekowy nie zbadano dotychczas.

Tabela III.

Rana esculenta.

Data Datum	Płeć Geschlecht	Mięsień Muskel	Waga mięśnia Muskelgewicht mg	Zawartość kwasu mlekowego w % Milchsäuregehalt in %		Zawartość NH ₃ - N w mg % NH ₃ -N-Gehalt in mg%		
				Roztarto z HCl, po 2' boran Mit HCl zer- rieben, nach 2' Boraxlösung	Roztarto z bo- ranem, po 2' HCl Boraxlösung zerrieben, nach 2' HCl	Roztarto z bo- ranem Mit Boraxlösung zerrieben	Roztarto z HCl, po 2' NaOH i boran Mit HCl zer- rieben, nach 2' NaOH u. Bo- raxlösung	
31.X.	♀	<i>Gastrocnemius</i>	790	—	0.065	1.66	—	
		<i>Tibialis</i>	500	—	—			
		<i>Gastrocnemius</i>	790	0.056	—			
		<i>Tibialis</i>	500	—	—			
		<i>Adductor</i>	2880	—	0.055			1.74
		<i>Adductor</i>	2865	0.038	—			—
31.X.	♂	Mięśnie odnoża bez <i>m. tibialis</i>	4280	—	0.054	—	—	
		<i>Beinmuskel ohne m. tibialis</i>	410	—	—	2.00	—	
		Mięśnie odnoża bez <i>m. tibialis</i>	4100	0.051	—	—	—	
		<i>Beinmuskel ohne m. tibialis</i>	420	—	—	—	1.90	
		<i>Tibialis</i>	560	—	—	1.44	—	
2.XI.	♂	<i>Tibialis</i>	1410	—	0.082	—	—	
		<i>Gastrocnemius</i>	550	—	—	—	1.33	
		<i>Tibialis</i>	1440	0.037	—	—	—	
		<i>Gastrocnemius</i>	—	—	—	—	—	

W naszych doświadczeniach oznaczaliśmy amonjak w symetrycznych mięśniach obydwu nóg, hamując amonjogenezę raz przez roztarcie z boranem, drugi raz przez roztarcie z kwasem solnym; w tym drugim przypadku alkalizowaliśmy mieszaninę przed wykonaniem destylacji przez dodanie równoważnej użytemu kwasowi solnemu sody żrącej, zmieszanej z nadmiarem boranu. Kwas mlekowy oznaczaliśmy (biorąc również symetryczne grupy mięśni),

rozcierając jedną porcję z 8% kwasem solnym, a po upływie oznaczonego czasu dodając tyle cm^3 boranu, ile zużyto kwasu; z drugą porcją postępowano odwrotnie, hamując boranem, a dodając potem kwasu. Wyniki tych doświadczeń są zebrane w tab. III i IV.

Tabela IV.

Rana temporaria.

Data Datum	Piec Geschlecht	Zawartość kwasu mlekowego w odsetkach Milchsäuregehalt in Prozenten					
		Roztarto z boranem po 2' HCl Mit Boraxlsg zerrieben, nach 2' HCl	Roztarto z HCl, po 2' boran Mit HCl zerrieben, nach 2' Boraxlsg	Roztarto z wodą Mit Wasser zerrieben			
				Dodano boranu po Boraxlsg zugefügt nach		Dodano HCl po HCl zugefügt nach	
				1'	2'	1'	2'
8.XI.	+	0.023	0.021	—	—	—	—
	—	—	—	0.106	—	0.103	—
	—	—	—	—	0.211	—	0.182
9.XI.	+	0.028	0.028	—	—	—	—
	—	—	—	0.060	—	0.100	—
	—	—	—	—	0.177	—	0.175

Doświadczenia, przedstawione w tabeli V, wykazują, że hamowanie boranem jest zupełne i że ilość kwasu mlekowego zupełnie nie zależy od tego, czy do roztartej z boranem miazgi dodamy kwasu solnego w 2, czy w 30 minut po roztarciu z boranem.

Tabela V.

Data Datum	Gatunek zaby Froschart	Waga mięśni Muskelgewicht mg	Zawartość kwasu mlekowego w odsetkach; po roztarciu z boranem dodano HCl po upływie Milchsäuregehalt in Prozenten; nach Zerreibung mit Boraxlsg HCl zugefügt nach	
			2 min	30 min.
			4.IX.	<i>R. temporaria</i> ♂
	<i>R. temporaria</i> ♂	2900	—	0.053
	" " "	2600	0.050	—
8.XI.	<i>R. esculenta</i> ♀	7000	—	0.017
	" " "	6900	0.029	—

Na podstawie tych wyników możemy stwierdzić, że boran hamuje zarówno powstawanie amonjaku, jak i kwasu mlekowego; wobec tego czynnika obydwie sprawy zachowują się jednakowo i nie dadzą się rozdzielić.

IV. Wpływ jonu fluorowego na powstawanie amonjaku i kwasu mlekowego.

MOZOŁOWSKI i LEWIŃSKI ('27, str. 397) stwierdzili pewne zwolnienie amonjogenezy przez jon fluorowy, jeżeli mięsnięń roz-tarto z 1% roztworem Na_2F_2 ¹⁾; hamowanie to nie było bynajmniej takim, jak przy zastosowaniu boranu i kwasów, lecz wywoływało tylko opóźnienie w przebiegu amonjogenezy. Natomiast mięsnięń, przechowywany w 1% roztworze Na_2F_2 , wykazywał po upływie 22 godzin ilości amonjaku takie, jakie powstają w stężeniu cieplnem lub kofeinowem. Wychodząc z tych faktów, ozna-

Tabela VI.

16.XI. *Rana temporaria*.

Płeć <i>Geschlecht</i>	Zawartość NH_3 — N w mg % <i>NH₃ — N Gehalt in mg %</i>		Zawartość kwasu mlekowego w % <i>Milchsäuregehalt in %</i>	
	Roztarto z wodą, po 2 min. boran <i>Mit Wasser zerrie- ben, nach 2 Min. Boraxlsg</i>	Roztarto z 1% Na_2F_2 , po 2 min. boran <i>Mit 1% Na₂F₂-Lsg. zerrieben, nach 2 Min. Boraxlsg</i>	Roztarto z wodą, po 2 min. HCl <i>Mit Wasser zerrie- ben, nach 2 Min. HCl</i>	Roztarto z 1% Na_2F_2 , po 2 min. HCl <i>Mit 1% Na₂F₂-Lsg. zerrieben, nach 2 Min. HCl</i>
	♂	6.15	5.59	0.167
♀	4.67	4.19	0.133	0.023
♂	7.20	5.31	0.137	0.016

czaliśmy kwas mlekowy i amonjak, porównyując ze sobą w jednej serji doświadczeń wartości, otrzymane przez roztrarcie mięsni z wodą i 1% roztworem Na_2F_2 , w drugiej—zawartość obydwu ciał

Tabela VII.

18.XI. Mięśnie przez 20 godz. w 1% Na_2F_2 ; symetryczne w płynie Ringera. Temp. 14° C.
Muskeln 20 Stunden in 1% Na₂F₂-Lösung; symmetrische in Ringertlösung.

Gatunek żaby <i>Froschart</i>	Zawartość kwasu mlekowego w % <i>Milchsäuregehalt %</i>		Zawartość NH_3 — N w mg. % <i>NH₃ — N Gehalt in mg %</i>	
	Mięśnie w płynie Ringera <i>Muskeln in Rin- gerlsg.</i>	Mięśnie w 1% Na_2F_2 <i>Muskeln in 1% Na₂F₂</i>	Mięśnie w płynie Ringera <i>Muskeln in Rin- gerlösung</i>	Mięśnie w 1% Na_2F_2 <i>Muskeln in 1% Na₂F₂</i>
	<i>R. temporaria</i> ♂	0.094	0.051	2.31
<i>R. temporaria</i> ♀	0.157	0.068	2.41	11.9
<i>R. temporaria</i> ♀	0.093	0.082	3.70	11.3

w mięśniach, przechowywanych przez 20 godzin w płynie RINGERA albo w roztworze fluorku. Wyniki tych doświadczeń są zawarte w tabelach VI i VII.

¹⁾ W pracy MOZOŁOWSKIEGO i LEWIŃSKIEGO ('27, str. 396), podano przez omyłkę 1 norm. zamiast 1% roztwór NaF.

W doświadczeniach tych stwierdziliśmy, zgodnie z MOZŁOWSKIM i LEWIŃSKIM, opóźnienie w wytwarzaniu się amonjaku w mięśni rozartym, natomiast zupełne wstrzymanie wytwarzania się kwasu mlekowego w obydwu serjach doświadczeń.

Niedawno ukazała się praca F. LIPMANNA ('28) z pracowni MEYERHOFA, w której autor roztrząsa kwestję znikania kwasu mlekowego z mięśni w warunkach beztlenowych. EMBDEN i jego szkoła twierdzili, że kwas mlekowy znika w warunkach beztlenowych z miazgi mięśniowej pod wpływem jonu fluorowego. Ten mało prawdopodobny pogląd wyjaśnia F. LIPMANN błędem metodycznym, jaki zachodzi w oznaczaniu kwasu mlekowego metodą CLAUSENA, w obecności fluoroków (metodą tą posługiwali się w swoich doświadczeniach EMBDEN i jego szkoła). Mianowicie, w obecności fluoroków nie cały kwas mlekowy ulega utlenieniu. Aczkolwiek w badaniach naszych posługiwaliśmy się w oznaczaniu kwasu mlekowego metodą nową, podaną przez FRIEDEMANN, COTONIO i SHAFFERA ('27), przy której, jak stwierdza LIPMANN, obecność fluoroków nie przeszkadza, to uważaliśmy jednak za wskazane powtórzyć niektóre doświadczenia, dotyczące kwestji hamowania przez jon fluorowy tworzenia się kwasu mlekowego—aby upewnić się, czy i w naszych badaniach nie zachodzi powyżej wspomniany błąd.

Tabela VIII.

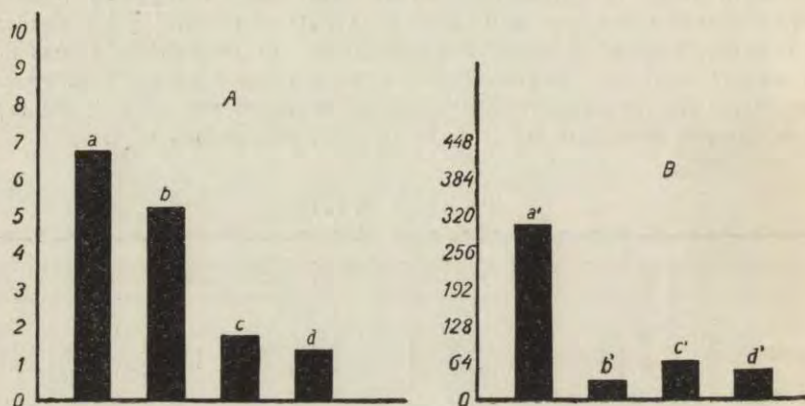
Data Datum	Płeć Geschlecht	Waga mięśni Muskelgewicht g	Zawartość procentowa kwasu mlekowego — mięśnie po rozrztarciu z <i>Milchsäuregehalt % — Muskel zerrieben mit</i>		
			8% HCl	1% Na ₂ F ₂	H ₂ O
			po 5 minutach nach 5 Minuten 1% Na ₂ F ₂ + H ₂ O	po 5 minutach nach 5 Minuten 8% HCl + H ₂ O	po 5 minutach nach 5 Minuten 8% HCl + 1% Na ₂ F ₂
12.1	♀	2.2	0.021	—	—
		2.15	—	0.047	—
		2.00	—	—	0.240
12.1	♂	1.85	0.023	—	—
		2.2	—	0.056	—
		2.0	—	—	0.320

Do mięśni żab płowych, rozartych z 8% HCl — dodawaliśmy po 5 minutach 1% Na₂F₂ i wodę; do mięśni rozcieranych z 1% Na₂F₂ — po tyluż minutach 8% HCl i wodę, zaś do mięśni rozartych z wodą: 8% HCl i 1% Na₂F₂. Do wszystkich tych trzech oznaczeń brano mięśnie jednej żaby. Odbiałczoną miazgę mięśniową, zadaną celem odcukrzenia siarczanem miedzi i wapnem gaszonym, pozostawiliśmy przez 22 godzin, ażeby umożliwić zupełne osadzenie się fluoru wapniowego. Wyniki tych doświadczeń są zawarte w tabeli VIII; wynika z nich, jak i z doświadczeń poprzednich,

że jon fluorowy jest istotnie czynnikiem, hamującym powstawanie kwasu mlekowego przy rozcieraniu mięśnia z piaskiem i wodą.

Przez zastosowanie jonu fluorowego udało się nam zatem rozdzielić obydwie sprawy od siebie i umożliwić wydajne powstawanie amonjaku (tab. III), przy wstrzymaniu powstawania kwasu mlekowego.

Wynik podanych doświadczeń nie wyklucza jednak możliwości związania przemiany węglowodanowej z amonjogenezą. Można sobie wyobrazić, że związanie to zachodziłoby powyżej miejsca działania jonu fluorowego na przemianę węglowodanową mięśnia.



Rys. 2. A. Zawartość amonjaku w mięśniach (mg NH₃-N w 100 g) po rozcieraniu: a — z wodą; b — z 1% Na₂F₂; c — z roztworem boranu sodowego; d — 8% HCl. B. Zawartość kwasu mlekowego w mięśniach (mg na 100 g) po rozcieraniu: a' — z wodą; b' — z 1% Na₂F₂; c' — z roztworem boranu sodowego; d' — z 8% HCl.

Abb. 2. A. Ammoniakgehalt im Muskel (mg NH₃-N in 100 g) nach Zerreiben mit: a) Wasser; b) 1% Na₂F₂; c) Boratlösung; d) 8% HCl. B. Milchsäuregehalt (mg in 100 g) im Muskel nach Zerreiben mit: a') Wasser; b') 1% Na₂F₂; c') Boratlösung; d') 8% HCl.

Opierając się na badaniach MEYERHOFA oraz na podanych w tej pracy doświadczeniach, możemy stwierdzić, że próba G. NEUBERGA i M. KOBEL ('27) wyjaśnienia amonjogenezы działaniem metylogliksalu na związki aminowe nie znajduje podstawy w naszych doświadczeniach, gdyż jon fluorowy nie dopuszcza do wytworzenia się metylogliksalu. Nie jest jednak wykluczone, że obydwie badane sprawy są ze sobą związane powyżej miejsca działania jonu fluorowego.

Streszczenie.

1°. Pod wpływem zupełnego zniszczenia struktury tkanki mięśniowej (przez roztarcie z piaskiem kwarcowym i wodą) powstają, w pierwszych 2 minutach od początku rozcierania, ilości kwasu mlekowego około 10-krotnie większe, aniżeli wartości początkowe. Pod względem czasowego przebiegu proces ten przedstawia się analogicznie do urazowego powstawania amonjaku.

2°. Boran sodowy nasycony na zimno ($\text{pH} = 9.3$) wstrzymuje zarówno powstawanie kwasu mlekowego, jak i amonjaku w mięśniu.

3°. Roztwór fluorku sodowego (1%) zmniejsza szybkość urazowego powstawania amonjaku, wstrzymując zupełnie powstawanie kwasu mlekowego. W ten sposób jest możliwe oddzielić od siebie amonjogenezę w mięśniu i wytwarzanie kwasu mlekowego.

Piśmiennictwo.

Embden G. 1925. Chemismus der Muskelkontraktion. Handb. der norm. und pathol. Physiol. 8, 1 (369). **Embden G.** 1927. Neue Untersuchungen über die Tätigkeitssubstanzen der quergestreiften Muskulatur und den Chemismus der Muskelkontraktion. Klin. Wochenschr. 6 (628). **Fletcher W. M.** i **F. G. Hopkins.** 1906. Lactic acid in amphibian muscle. Journ. of Physiol. 35 (247). **Friedeman T. E., M. Cotonio, a. P. A. Shaffer.** 1927. The determination of lactic acid. Journ. of biol. Chem. 73 (335). **Hirsch-Kauffmann H.** 1924. Zur Methodik der Milchsäurebestimmung in tierischen Organen. Hoppe-Seylers Zeitschr. f. physiol. Chem. 140 (25). **Kondo Kura.** 1912. Über Milchsäurebildung im Muskelpresssaft. Bioch. Zeitschr. 45 (63). **Lipmann F.** 1928. Kann Milchsäure aus der Muskulatur anaërob verschwinden? Bioch. Zeitschr. 191 (442). **Meyerhof O.** 1920, 1. Die Energieumwandlungen im Muskel I. Über die Beziehung der Milchsäure zur Wärmebildung und Arbeitsleistung des Muskels in der Anaërobose. Pflüger's Arch. f. ges. Physiol. 182 (232). **Meyerhof O.** 1920, 2. Die Energieumwandlungen im Muskel II. Das Schicksal der Milchsäure in der Erholungsperiode des Muskels. Pflüger's Arch. f. ges. Physiol. 182 (284). **Meyerhof O.** 1920, 3. Die Energieumwandlungen im Muskel III. Kohlenhydrat und Milchsäureumsatz im Froschmuskel. Pflüger's Arch. f. ges. Physiol. 185 (11). **Meyerhof O.** 1921, 1. Die Energieumwandlungen im Muskel IV. Über die Milchsäurebildung in der zerschnittenen Muskulatur. Pflüger's Arch. f. ges. Physiol. 188 (114). **Meyerhof O.** 1921, 2. Die Energieumwandlungen im Muskel V. Milchsäurebildung und mechanische Arbeit. Pflüger's Arch. f. ges. Physiol. 191 (128). **Meyerhof O.** 1926. Über die enzymatische Milchsäurebildung im Muskelextrakt. II. Die Spaltung der Poly-

saccharide und der Hexosediphosphorsäure. Bioch. Zeitschr. 178 (462). **Mozolowski W. u. W. Lewiński.** 1927. Über den Ammoniakgehalt und die Ammoniakbildung im Muskel und deren Zusammenhang mit Funktion und Zustandsänderung. IV. Bioch. Zeitschr. 190 (388). **Neuberg C. u. M. Kobel.** 1927. Quantitative Untersuchungen über den Abbau von Aminosäuren und Aminopurinen durch Methyloglyoxal und verwandte Substanzen. Bioch. Zeitschr. 188 (197). **Parnas J. K.** 1915. Über das Wesen der Muskelerholung. Zentralbl. f. Physiol. 30 (1). **Parnas J. K.** 1928. Badania nad powstawaniem amonjaku i zależnością tej sprawy od czynności i stanu mięśni. Acta Biologiae Experimentalis. 1, № 3 (1—83). **Parnas J. K. i J. Heller.** 1924. Über den Ammoniakgehalt und die Ammoniakbildung im Blute. I. Bioch. Zeitschr. 152 (1). **Parnas J. K. u. W. Mozolowski.** 1927, 1. Über den Ammoniakgehalt und die Ammoniakbildung im Muskel und deren Zusammenhang mit Funktion und Zustandsänderung. I. Bioch. Zeitschr. 184 (399). **Parnas J. K. u. W. Mozolowski.** 1927, 2. Über die Ammoniakbildung im Muskel und ihren Zusammenhang mit Tätigkeit und Zustandsänderung. Klin. Wochenschr. 6 (998). **Parnas J. K., W. Mozolowski u. W. Lewiński** 1927, 1. Über die Ammoniakbildung im isolierten Muskel und ihren Zusammenhang mit der Muskelarbeit. Klin. Wochenschr. 6 (1710). **Parnas J. K., W. Mozolowski u. W. Lewiński.** 1927. Über den Ammoniakgehalt und die Ammoniakbildung im Blute. IX. Der Zusammenhang des Blutammoniaks mit der Muskelarbeit. Bioch. Zeitschr. 188 (15).

[„Prace Instytutu im. Nenckiego“ № 65*]

W. R. Witanowski.

O działaniu aldehydu mrówkowego na lecytynę. Przyczynek do kwestji powstawania w organizmach związków metylowanych.

Über die Wirkung des Formaldehyds auf das Lecithin. Ein Beitrag zur Frage der Entstehungsweise der im Organismus vorkommenden methylierten Verbindungen.

Rękopis nadesłany w dniu 5.V.1928 r.

Die gewöhnlich als Lecithin bezeichnete im Handel vorkommende Substanz ist ein Gemisch von Lecithin und Kephalin. Beide Substanzen stehen miteinander, nach TRIER ('12), in genetischer Beziehung, da das Colaminlecithin (Kephalin) durch Methylierung im Organismus in das Cholinlecithin übergehen kann.

Die durch den Verfasser aufgestellte Frage, ob diese Reaktion auch „in vitro“ verlaufen kann, wird durch seine Versuche bestätigt. Als methylierendes Agens wurde Formaldehyd gebraucht. Diese Verbindung ist vor kurzem im Blute der Wirbeltiere durch ABELOUS und DELAS ('26) nachgewiesen; sonst kommt sie nach KLEIN und WERNER ('26) auch in den Pflanzen vor. Der Formaldehyd methyliert das dem Lecithin beigemenigte Kephalin in verhältnismässig so hohen Grade, dass die Menge des gebundenen Cholins bis 52% des ursprünglichen Wertes steigt (bei 38° C). Die Analysen des Cholins waren nach der Methode von SHARPE ('23) ausgeführt.

Die Methylierung geht auch bei gewöhnlicher Temperatur, in gut gepufferter Lösung und bei gewöhnlichem Atmosphärendruck vor sich, was für den Biochemiker von Wichtigkeit sein kann. Das Reaktionsoptimum soll zwischen pH 5 und 7 liegen. Niemals ist eine vollständige Methylierung gelungen, — beurteilt

* Z Zakładu Fizjologii Instytutu im. Nenckiego.

nach den maximalen Cholinwerten. Vielleicht ist das Vorkommen anderer Substanzen mit freien Aminogruppen, ausser des Colamins, daran Schuld.

Die Versuche, die Methylierung auf fermentativen Wege zu beeinflussen, haben bisjetzt zu keinem entscheidenden Resultate geführt. Die Reaktion kann jedoch — nach den von mir „in vitro“ ausgeführten Versuchen — auch ohne Eingreifen eines hypothetischen Fermentes im Organismus ablaufen.

W ekstraktech eterowych z tkanek stale obok lecytyny występuje kefalina. Sądząc z podobnej budowy tych ciał, przypuszczamy, że są one w związku genetycznym z sobą, mianowicie, że lecytyna powstaje w organizmie przez metylowanie kefaliny (TRIER '12). Metylowanie mogłoby się odbywać w czasie procesów, wytwarzających aldehyd mrówkowy lub alkohol metylowy.

Alkohol metylowy występuje jako taki w liściach, pozatem stanowi część składową ciał pektynowych; aldehyd mrówkowy powstaje według KLEINA i WERNERA ('26) w procesie asymilacji dwutlenku węgla przez rośliny, prócz tego może się łatwo tworzyć z różnych związków organicznych. MAURER ('26) wykazał obecność jego w procesach fermentacyjnych. ABELOUS i DELAS ('26) stwierdzili, że występuje on we krwi kręgowców: we krwi tętniczej w stężeniu 1 : 10⁷, w żylniej 1 : 400.000; w moczu — 1 : 500.000.

Naturalnie, te znikome ilości, jakie wykryć możemy, nie mówią nam o ilościach aldehydu, powstających rzeczywiście w ustroju, ze względu na łatwość wiązania aldehydu z innymi związkami. W świecie zwierzęcym kefalina stanowi zapewne główny czynnik, usuwający szkodliwy aldehyd mrówkowy, wiążąc go w formie grup metylowych.

Zadaniem mojej pracy było zbadanie warunków, w jakich reakcja metylowania kefaliny „in vitro“ przebiega, zwłaszcza, czy zachodzi może w warunkach fizjologicznych: w niskiej temperaturze, w zmoderowanym neutralnym środowisku oraz pod zwykłym ciśnieniem; pozatem — czy wyciągi zwierzęce katalizują tę reakcję.

M e t o d a.

Jako materiał wyjściowy służyła lecytyna „Lécithine pure—Gedeon Richter, Budapest“, zawierająca kefalinę i lecytynę. Oznaczenia choliny w hydrolizacie tej lecytyny powinny dać wierny obraz tego, co się dzieje w cząsteczce kefaliny pod wpływem aldehydu mrówkowego, ponieważ w miarę metylowania kefaliny ilość związanej choliny będzie wzrastać.

Do dziś istnieją tylko 2 metody ilościowego oznaczania choliny metodą chemiczną: STANEKA ('06) i SHARPE'GO ('23). Z nich metoda SHARPE'GO, jako jodometryczna, operując tą samą ilością substancji, daje rezultaty ściślejsze, niż acydymetryczna metoda STANEKA.

Wybrałem zatem metodę SHARPE'GO, ponieważ jednak oryginalna praca tego autora nie była mi dostępna, podaję szczegółowo bieg analizy, której zasady można znaleźć w książce GUGGENHEIMA: „Die biogenen Amine“, 1924, str. 88.

1. Metoda oznaczania choliny.

1 gram lecytyny rozciera się z 5 cm³ wody, aż do równomiernego rozproszania jej w całym płynie; dodaje się 60 cm³ nasyconego na zimno wodorotlenku baru i gotuje się z chłodnicą zwrotną przez 1.5 godziny. Gotący płyn sączy się, przemywa, bar strąca się kwasem siarkowym, nadmiar kwasu wiąże się węglanem baru i całość bez filtrowania odparowuje na łaźni wodnej do suchości. Pozostałość rozciera się z 20—30 cm³ alkoholu 96% i pozostawia na 20 minut, poczem znów się rozciera, wreszcie filtruje i przemywa 96% alkoholem. Przesącz po odparowaniu na łaźni rozpuszcza się w wodzie, filtruje w razie potrzeby i dopełnia do 20 cm³ w kolbce miarowej. Odmierza się po 1 cm³ płynu badanego do 2 probówek wirówkowych i prowadzi się następnie 2 równoległe oznaczenia, dodając po 8 cm³ odczynnika, mającego skład następujący: 6g KJ + 6g J₂ + 200 cm³ H₂O.

Wytracony osad perjodytu wirujemy bezpośrednio potem przez 1 minutę, poczem płyn z nad osadu sączymy przez mikrosączek azbestowy PREGLA. Nie naruszając osadu w probówce wirówkowej, przemywamy go dwukrotnie wodą, wodę sącząc potem przez mikrosączek, rozpuszczamy, mieszając ją pałeczką szklaną z chloroformem i rozcieńczonym kwasem azotowym w stosunku 1:1 (kwas azotowy c. wł. 1.4, 100 cm³ na 100 cm³ wody), poczem otrzymany roztwór jodu w chloroformie przesączamy do próbówki wirówkowej z resztą osadu. Do próbówki tej dolewamy następnie tyle kwasu azotowego, by ilość jego wyniosła około 5 cm³, oraz taką samą ilość chloroformu, poczem mieszamy pałeczką do chwili całkowitego rozpuszczenia się osadu. Warstwę chloroformową oddzielamy w rozdzielaczu, przemywamy dwukrotnie wodą, wodę tą ekstrahując za każdym razem chloroformem i dołączając ten chloroform do głównej porcji, by uniknąć strat w jodzie. Dodajemy wody i miareczkujemy jod 0.1 n tiosiarczanem z mikrobiurety, dodając pod koniec miareczkowania skrobi. Na 1 gram lecytyny, zależnie od preparatu, zużywa się przeciętnie od 1.8 do 3 cm³ 0.1 n tiosiarczanu. Chcąc otrzymać ilość choliny w mg, mnożymy

otrzymaną cyfrę przez 1.345 (dla chlorku choliny mnożnik wynosi 1.551). Mnożnik ten obliczony jest z wzoru dla perjodytu choliny $C_5H_{11}NOJ_8$.

2. Hydroliza lecytyny w obecności aldehydu mrówkowego.

Przy zestawieniu doświadczenia nasuwało się pytanie, czy jednorazowe godzinne ogrzewanie lecytyny z formaliną w obecności stężonego roztworu wodorotlenku baru samo przez się nie doprowadza do zmetylowania aminoalkoholu w takim stopniu, że bez uprzedniego usunięcia aldehydu zapomożą środków wiążących go hydrolizować nie będzie można — przyczem ze względu na znaczną wrażliwość grup metylowych choliny na środki, utleniające aldehyd mrówkowy, sprawa byłaby trudna metodycznie do przeprowadzenia.

Okazało się jednak, że hydroliza w obecności aldehydu mrówkowego na ilość choliny nie wpływa w większym stopniu. Dwie próbki lecytyny były hydrolizowane, jedna w obecności aldehydu, druga — bez aldehydu:

- 1) 0.05 g lecytyny: 2.678; 2.723 cm^3 0.1 n tiosiarczanu
średnio 2.700 cm^3
- 2) 0.05 g lecytyny + 0.05 cm^3 40% HCHO:
: 2.727; 2.692 cm^3 0.1 n tiosiarczanu
średnio 2.709 cm^3

Być może, że aldehyd mrówkowy w silnie alkalicznym gorącym roztworze zaraz się polimeryzuje, co przerywa reakcję. Opierając się na tych wynikach, nie usuwałem aldehydu, a roztwór wodorotlenku baru, nasycony na zimno, ogrzewałem przed dodaniem do roztworu badanego lecytyny.

3. Ilość wodorotlenku baru potrzebna do hydrolizy.

Używając tę samą ilość wodorotlenku barowego (60 cm^3) do hydrolizy 1 grama i 3 gramów lecytyny, stwierdziłem, że ta ilość wodorotlenku oraz czas hydrolizy — 1.5 godziny — wystarczają, gdy hydrolizujemy 1 gram lecytyny, a prawie wystarczają, gdy mamy lecytyny 3 razy więcej:

Hydroliza 1 g lecytyny: 1.793; 1.838 cm^3 tiosiarczanu
1.784; 1.731

średnio 1.786 cm^3 tios. na 0.05 cz. hydrolizatu.

Hydroliza 3 g lecytyny 3×1.682 ; 3×1.658

średnio 3×1.670 cm^3 tios. na 0.05 cz. hydrolizatu.

4. Hydroliza kwasem solnym.

1 g lecytyny gotowałem przez 1.5 godziny z 50 cm^3 10% HCl. Po odparowaniu płynu do suchości na łaźni wodnej, dodałem 10 cm^3 wody barytowej i nadmiar węglanu baru. Po odsączeniu od mydeł barowych, płyn zakwasiłem kw. siarkowym, po dodaniu węglanu baru odparowałem, ekstrahowałem i dalej postępowałem, jak przy hydrolizie wodorotlenkiem baru.

1 g lecytyny. Hydroliza wodą barytową

2.450 ; 2.427

2.567 ; 2.528

średnio 2.430 cm^3 0.1 n tiosiarczaniu
na 0.05 cz. hydrolizatu.

1 g lecytyny. Hydroliza kwasem solnym

2.479 ; 2.411

2.479 ; 2.400

średnio 2.430 cm^3 0.1 n tiosiarczaniu
na 0.05 cz. hydrolizatu.

Część eksperymentalna.

Doświadczenie № 1.

Chcąc zorientować się co do ilości kefaliny, która mogłaby być zmetylowana w warunkach doświadczenia, oznaczyłem azot grup aminowych w mikroaparacie VAN SLYKE'A. 3 g lecytyny hydrolizowałem 10% kwasem solnym przez 1.5 godziny, kwas odparowałem na łaźni, wreszcie po usunięciu kwasów tłuszczowych wodorotlenkiem baru i przefiltrowaniu, płyn dopełniłem do 20 cm^3 i 2.5 cm^3 tego roztworu wprowadziłem do aparatu. Równolegle oznaczyłem metodą KJELDAHLA azot całkowity oraz azot cholicy metodą SHARPE'GO.

1 g lecytyny zawierał 18—20 mg całkowitego azotu

5.4 mg azotu cholicy

14.5 mg azotu wydzielonego kwasem
azotawym.

W doświadczeniu z aldehydem mrówkowym stwierdziłem, że po 4 dniach działania aldehydu mrówkowego na lecytynę w $38—40^\circ \text{C}$ ilość cholicy w środowisku silnie kwaśnym (kwas mrówkowy) nie zmieniła się, natomiast w płynie zmoderowanym fosforanami KH_2PO_4 i Na_2HPO_4 oraz w płynach, zawierających NaHCO_3 lub Na_2CO_3 , ilość cholicy wzrosła od 27 do 52% w stosunku do zawartości w lecytynie analizowanej przed doświadczeniem. Lecytyna, która stała przez 4 dni w temperaturze $38—40^\circ$ z dodatkiem toluolu lecz bez formaliny, nie wykazała większych zmian zawartości cholicy.

Ilości związków, dodawanych do roztworów 1 g lecytyny w 5 cm^3 wody, były następujące:

- 1^o, kwas mrówkowy: 0.5 cm³ stęż. kwasu + 10 cm³ wody;
 2^o, fosforany: 4 cm³ roztworu KH₂PO₄ + 6 cm³ roztworu Na₂HPO₄,
 przygotowanych podług SÖRENSENA (patrz CLARK '23);
 3^o, NaHCO₃: 0.25 g w 10 cm³ wody;
 4^o, Na₂CO₃ suchy: 0.25 g w 10 cm³ wody.

Tabela I.

Oznaczenia choliny w lecytynie, poddanej w 38° C działaniu formaliny przez 4 dni. Wzrost choliny w procentach wartości początkowej. Każda analiza odpowiada $\frac{1}{20}$ g lecytyny. Objętość całkowita pojedynczej próbki — około 28 cm³.
Cholinanalysen der Lecithinproben, welche bei 38° C. im Laufe von 4 Tagen mit Formalin digeriert wurden. Zuwachs des Chollins in Prozenten der urspr. Substanzmenge. Jeder Analyse entspricht $\frac{1}{20}$ g des Lecithins. Gesamtvolumen einer Probe ca 28 ccm.

	Cholina w mg Cholin in mg		Cholina w mg Cholin in mg	
Lecytyna sama	2.39	Lecytyna, węglan sodu i formalina, po 4 dniach	2.80	
	2.33		2.93	
Lecithin allein	2.41		3.08	
	2.33		3.12	
	2.26		2.89	
	2.23		3.04	
	2.35		2.98	
Lecytyna z toluolem bez formaliny, po 4 dniach	2.24		Lecithin, Natriumcarbonat und Formalin; nach 4 Tagen	Przyrost Zuwachs
	2.24			+ 26.8%
Lecithin mit Toluol ohne Formalin; nach 4 Tagen	2.24			
Lecytyna, kwas mrówkowy i formalina, po 4 dniach	2.27	Lecytyna, dwuwęglan sodu i formalina, po 4 dniach	3.80	
	2.19		3.78	
Lecithin mit Ameisensäure und Formalin; nach 4 Tagen	2.23		3.43	
			3.31	
Lecytyna, fosforany, formalina, po 4 dniach	3.34	Lecithin, Natriumbicarbonat und Formalin; nach 4 Tagen	3.58	
pH = 7.3	3.34		Przyrost Zuwachs	
	3.34		+ 52.3%	
Lecithin, Phosphatpuffer, Formalin; nach 4 Tagen	Przyrost Zuwachs			
pH = 7.3	+ 42.1%			

Doświadczenie № 2.

Wiedząc już, że w środowisku silnie kwaśnym reakcja nie zachodzi, a w lekko alkalicznym przebiega lepiej, niż w silnie alkalicznym, przeprowadziłem szereg prób z płynami o znanym pH, szukając optimum. Płyny przygotowałem podług SÖRENSENA. Ponieważ część roztworów SÖRENSENA nie posiada w tablicach podanych u CLARKA ('23) danych dla różnych temperatur, ozna-
 czałem pH w 38° kolorometrycznie podług MICHAELISA (wska-
 zniki: m- i p-nitrofenol, γ i α dwunitrofenol).

Roztwór Nr. 1:	5 cm ³ boranu	+ 5 cm ³ NaOH	; pH = 10.6 w 38° C
" "	2:3 cm ³ KH ₂ PO ₄	+ 6 cm ³ Na ₂ HPO ₄	; pH = 7.3 "
" "	3:9.5 cm ³ cytrynianu	+ 0.5 cm ³ NaOH	; pH = 5.1 "
" "	4:4 cm ³ cytrynianu	+ 6 cm ³ HCl	; pH = 3.3 "
" "	5:10 cm ³ HCl		; pH = 1.0 "

W każdym z tych roztworów rozpuściłem po 1 g lecytyny, dodałem po 1 cm³ 40% formaliny i analizowałem po okresie stania w temp. 37—39° przez 48 godzin. Wyniki podaje tabela II.

Tabela II.

Oznaczenia choliny w lecytynie, poddanej w 38° C działaniu formaliny przez 4 dni przy różnych pH. Każda analiza odpowiada 1/20 g lecytyny. Objętość całkowita pojedynczej próbki około 28 cm³.

Cholinanalysen der Lecithinproben, welche bei 38° C im Laufe von 4 Tagen bei verschiedenen pH digeriert wurden. Jeder Analyse entspricht 1/20 g des Lecithins. Gesamtvolumen einer Probe ca. 28 ccm.

Roztwory lecytyny <i>Lösungen des Lecithins</i>	Cholina w mg <i>Cholin in mg</i>	Przyrost choliny <i>Zuwachs d. Cholinmenge</i>
Nr. 1 pH = 10.6	3.90	+ 10.1%
	3.90	+ 10.1%
Nr. 2 pH = 7.3	4.05	+ 14.4%
	4.12	+ 16.6%
Nr. 3 pH = 5.1	4.21	+ 18.9%
	4.24	+ 19.8%
Nr. 4 pH = 3.3	3.65	+ 3.1%
	—	—
Nr. 5 pH = 1.0	3.44	— 3.1%
	3.40	— 2.8%
Kontrola. <i>Kontrolle.</i>	3.59	—
	3.50	—

W roztworze słabo kwaśnym, którego pH przed dodaniem lecytyny wynosiło 5.1, przyrost ilości choliny po 48 godzinach był największy, wynosząc 19% wartości początkowej. Dla płynów bardziej alkalicznych wartości są nieco niższe, przyrosty wynoszą: dla pH 7.3—15%, dla pH 10.6—10%. Silniejsza kwasota, niż pH 5, wpływa ujemnie na wydajność reakcji: dla pH 3 i 1 wartości przyrostów leżą już w granicach błędu doświadczenia (pH 3.3: przyrost + 3%; pH 1: ubytek — 3%). Z danych powyższych wynika, że optimum metylowania kefaliny w 38° leży między pH 5 i 7, t. j. po stronie alkalicznej od punktu izoelektrycznego lecytyny, który leży, według danych z literatury (BETHE '27), między pH 2 i 4. W płynie № 3 lecytyna pozostała

w roztworze, wydzielając się w kwaśniejszych płynach. W ciągu trwania doświadczenia woń formaliny znikła zupełnie w płynie najbardziej alkalicznym, utrzymując się w innych płynach. Zjawisko to tłumaczy sobie przemianą aldehydu mrówkowego w alkohol metylowy i kwas mrówkowy w środowisku alkalicznym (EULEIR '28). Przyrost choliney w doświadczeniu opisywanem jest mniejszy, niż w poprzednim. Zauważyłem wogóle, że im wyższa zawartość choliney w produkcie wyjściowym, tem mniejszy jest przyrost procentowy po traktowaniu formaliną. Należy nadmienić, że zawartość choliney waha się znacznie w różnych kupnych preparatach lecytyny; w moich doświadczeniach znajdowałem od 46 do 72 mg choliney na gram lecytyny.

Tabela III.

Oznaczenia choliney w lecytynie, poddanej w 38° C działaniu formaliny w ciągu różnych okresów czasu. Każdej analizie odpowiada $\frac{1}{30}$ g lecytyny. Objętość całkowita pojedynczej próbki około 28 cm³.

Cholinanalysen der Lecithinproben, welche bei 38° C mit Formalin verschieden lang digeriert wurden. Jeder Analyse entspricht $\frac{1}{30}$ g des Lecithins. Gesamtvolumen einer Probe ca. 28 ccm.

Lecytyna z formaliną i fosforanami <i>Lecithin mit Formalin und Phosphatpuffer</i> pH = 7.3	Cholina w mg <i>Cholin in mg</i>	Przyrost choliney <i>Zuwachs d. Cholinmenge</i>
Po 52 godzinach	4.14	+ 16.9%
Nach 52 Stunden	4.10	+ 15.8%
Po 48 godzinach	4.05	+ 14.4%
Nach 48 Stunden	—	—
Po 24 godzinach	3.89	+ 9.8%
Nach 24 Stunden	3.93	+ 11.0%
Bezpośrednio analizowana	3.59	—
Sofort analysiert	3.50	—

Z tym samym preparatem lecytyny, który użyłem do doświadczenia nad wpływem odczynu środowiska na intensywność metylowania, przeprowadziłem doświadczenie nad przebiegiem reakcji w czasie, analizując próbki lecytyny z formaliną po 1, 2, 3 dniach trzymania ich w temperaturze 38°. Wyniki podane są w tabeli III. Z danych analiz wynika, że przyrost choliney w trzecim dniu doświadczenia był już znacznie mniejszy, niż w pierwszym i w drugim, leżąc już w granicach błędu doświadczenia.

Doświadczenie № 3.

W doświadczeniu tem, dodając 1 cm³, albo 0.1 cm³ 40% formaliny na gram lecytyny, otrzymuję po 3 tygodniach prawie

ten sam przyrost choliny—od 11 do 16.4%. Poza tem porównujemy wyniki doświadczenia, prowadzonego w temperaturze pokojowej i w 38°. Maksymalny przyrost choliny nie przekracza tu 17% nawet po 3 tygodniach. Wynosi on 16.4, 11.0, 11,0% średnio 12.8% po 3 tygodniach, gdy po 2 dniach w 38° przyrost wyraża się już cyfrą 10.4%.

Wyniki szczegółowe w tabeli IV.

Tabela IV.

Oznaczenia choliny w próbkach lecytyny, poddanych działaniu różnych koncentracji formaliny, w 38° C i w temperaturze pokojowej. Każdej analizie odpowiada 1/20 g lecytyny. Objętość całkowita pojedynczej próbki około 28 cm³.

Cholinanalysen der Lecithinproben, welche bei verschiedenen Temperaturen und mit verschiedenen Konzentrationen des Formaldehyds digeriert wurden. Jeder Analyse entspricht 1/20 g des Lecithins. Gesamtvolumen einer Probe ca. 28 ccm.

	Cholina w mg Cholin in mg		Cholina w mg Cholin in mg
Lecytyna sama	3.29	1 g lecytyny + 2 cm ³ 40% form. 3 tygodnie. Temperatura poko- jowa. pH = 7.1	3.79
	3.27		3.85
Lecithin allein	3.46	1 g des Lecithins + 2 ccm. d. 40% Formaldehyds. Nach 3 Wochen. Zimmertemperatur. pH = 7.1	4.02
	3.41		3.99
	3.36		3.91 Przyrost Zuwachs + 16.4%
1 g lecytyny + 2 cm ³ 40% HCHO; 38°C; pH = 7.3. Po 48 godzinach	3.58	1 g lecytyny z 0.1 cm ³ 40% for- maliny. 3 tygodnie. Temp. po- kojowa. pH = 7.1	3.85
	3.79		3.79
	3.71		3.63
	3.78		3.68
1 g des Lecithins + 2 ccm. 40% HCHO: 38°C; pH = 7.3. Nach 48 Stunden.	3.71		3.74
	Przyrost Zuwachs + 10.4%		
1 g lecytyny + 1 cm ³ 40% HCHO; Temp. pokojowa. 3 tygodnie; pH = 7.1	3.74	1 g des Lecithins + 0.1 ccm. d. 40% Formaldehyds. Zimmer- temperatur. Nach 3 Wochen. pH = 7.1	Przyrost Zuwachs + 11.0%
	3.75		
1 g des Lecithins + 1 ccm. 40% HCHO. Zimmertemp.. Nach 3 Wochen. pH = 7.1	3.74		
	Przyrost Zuwachs + 11.0%		

Doświadczenie № 4.

Przechodząc do zagadnienia, czy wyciągi zwierzęce posiadają widoczny wpływ na opisany tu proces metylowania, przeprowadziłem doświadczenia w następujący sposób. Szereg jednogramowych próbek lecytyny rozdzieliłem na 2 serje. Każdą próbkę rozpuściłem w 5 cm³ wody i dodałem do każdej określoną ilość formaliny i wyciągu wodnego z wątroby cielęcej. Następnie jedną

z seryj poddałem ogrzewaniu w 100° w ciągu 15 minut, drugiej—nie ogrzewałem. Po 4 dniach trzymania w temperaturze pokojowej obie serje analizowałem. Dwie takie serje analiz wykonałem dla wyciągu z każdego poszczególnego narządu. Zbadałem trzy ekstrakty wodne z wątroby cielęcej. Dwa wyciągi zachowały się biernie, to jest przyrost cholicy w lecytynie pod wpływem aldehydu był jednakowy w roztworach ogrzanych do 100° i nie ogrzewanych; jeden wyciąg natomiast posiadał wyraźny wpływ na końcową wydajność cholicy.

Przyrost cholicy jednak i w tym przypadku nie przekraczał wartości, otrzymanych w wyżej opisanych doświadczeniach №№ 1 — 3, w których nie stosowałem ekstraktów. Trudność znalezienia warunków optymalnych w doświadczeniach z fermentami jest wielka, tak że doświadczenie to, jako pozytywne, opisuję.

Tabela V.

Analizy cholicy w lecytynie, która po dodaniu wyciągu wodnego z wątroby cielęcej była poddana 4-dniowemu działaniu formaliny w temperaturze zwykłej. Każdej analizie odpowiada $\frac{1}{20}$ g lecytyny. Objętość całkowita pojedynczej próbki około 18 cm³.

Cholinanalysen der Lecithinproben, welche nach dem Zusatz des wässerigen Leberextraktes des Kalbes mit Formalin bei gewöhnlicher Temperatur 4 Tagen lang digeriert wurden. Jeder Analyse entspricht $\frac{1}{20}$ g des Lecithins. Gesamtvolumen einer Probe ca. 18 cm.

Lecytyna + wyciąg wodny z wątroby + 1 cm ³ toluolu. Bez formaliny.	Cholina w mg Cholin mg	Lecytyna + wyciąg z wątroby + 1 cm ³ 40% formaliny	Cholina w mg Cholin in mg	Przyrost cholicy Zuwachs der Cholinmenge
<i>Lecithin + wässeriger Leberextrakt + 1 cm. des Toluols. Ohne Formalin</i>	2.72	<i>Lecithin + wässeriger Leberextrakt + 1cm. des 40% Formaldehyds</i>	3.35	+ 23.4%
	2.69		3.43	+ 26.9%
	2.70		3.39	+ 25.6%
Lecytyna sama <i>Lecithin allein</i>	2.54			+ 25.3%
Wyciąg z wątroby z formaliną bez lecytyny. <i>Leberextrakt mit Formalin, ohne Lecithin</i>	0.19	Lecytyna, wyciąg z wątroby, zdenaturowany ogrzaniem.	2.85 2.92 2.99 2.87 2.97	+ 5.6% + 7.9% + 10.4% + 6.5% + 9.9%
Sam wyciąg z wątroby, odrazu analizowany <i>Leberextrakt allein, sofort analysiert</i>	0.08	<i>Lecithin. In der Hitze koaguliertes Leberextrakt. Formalin</i>	3.11	+ 14.9%
				+ 9.2%

100 g wątroby cielęcej roztarłem z wodą, i po perkolacji plyn dopełniłem do 100 cm³. Odważyłem szereg jednogramowych próbek lecytyny, dodając do każdej po 5 cm³ wody, 10 cm³ ekstraktu i 2 cm³ 40% formaliny. Jedną serję ogrzałem do 100°, drugiej nie ogrzewałem. Analizy po 4 dniach. Wyniki podane są w tabeli V.

Ilość cholicy w użytym preparacie lecytyny wynosiła 2.54 mg na 0.05 g preparatu. Po dodaniu wyciągu ilość cholicy wrosła do 2.70 mg. Różnica ta wywołana jest obecnością cholicy w wyciągu. Według analizy, ilość ekstraktu, dodana do 1 g lecytyny, zawierała 0.08 mg cholicy.

Po 48 godzinach reagowania lecytyny z formaliną, ilość cholicy wzrosła. Przyrost wyniósł średnio 25.3%, gdy dodany wyciąg z wątroby nie był skoagulowany. W obecności skoagulowanego wyciągu przyrost był mniejszy i wynosił od 5.6 do 15%.

Wnioski.

1°. Działając aldehydem mrówkowym na lecytynę handlową, zawierającą kefalinę, w warunkach normalnych ciśnienia, odczynu i temperatury, stwierdziłem tworzenie się nowych ilości cholicy. Fakt ten tłumaczę sobie częściowem przejściem kefaliny w lecytynę wskutek zmetylowania wolnych grup aminowych kefaliny.

Przyrost cholicy dochodzi w 38° do 53% początkowej wartości; zwykle wynosi od 10 do 29%. Optyimum metylowania leży prawdopodobnie między pH 5 i 7.

2°. Ilość tworzącej się cholicy nie odpowiada ilości wolnych grup aminowych, stwierdzonych w lecytynie metodą VAN SLYKE'A. Należy więc przypuszczać, że albo w lecytynie handlowej prócz aminoalkoholu znajdują się inne ciała azotowe o wolnych grupach aminowych, albo że reakcja nie przebiega ilościowo do końca. Istnieje też możliwość reakcyj ubocznych.

3°. Przez dodanie wyciągu wodnego z wątroby cielęcej nie osiągamy większej wydajności cholicy, niż bez dodawania wyciągów.

Piśmiennictwo.

Abelous J. E. et R. Delas. 1926. Inactivation de l'adrenaline par le formol. Presence dans le sang normal de formol en quantité suffisante pour inactiver l'adrenaline excrétée par les surrenales. C. R. Soc. de Biol. 94 (999).
Bethe A., G. Bergmann, G. Embden, A. Ellinger. 1927. Handbuch der norm. u. path. Physiol. Berlin. 3 (174).
Clark W. M. 1923. The determination of hydrogen ions. Baltimore. (109—114).
Euler H., K. Myrbäck und R. Nilsson. 1928. Neuere Forschungen über den enzymatischen Kohlenhydratabbau. Erg. d. Physiol. 26 (536).
Guggenheim M. 1924. Die biogenen Amine. Berlin (88).
Klein G. und O. Werner. 1926. Formaldehyd als Zwischenprodukt bei der Kohlensäureassimilation. Bioch. Zeitschr. 168 (361).
Maurer K. 1936. Nach-

weis u. Bestimmung von Formaldehyd bei Gärungen. Bioch Zeitschr. 173 (201).
Sharpe J. S. 1923. A method for the quantitative estimation of cholin in blood. Bioch. Journ. 27 (41). **Staněk V.** 1906. Über die quantitative Bestimmung von Cholin und Betain in pflanzlichen Stoffen und einige Bemerkungen über Lecithine. Zeitschr. f. physiol. Chem. 48 (334). **Trier G.** 1912. Über einfache Pflanzenbasen und ihre Beziehungen zum Aufbau der Eiweisstoffe und Lecithine. Berlin. Bornträger. (47)

[Zakład Fizjologii Uniwersytetu Lwowskiego]

W. Z. Tychowski.

Wpływ przecięcia nerwów trzewiowych na hiperglikemję, wywołaną uciskiem układu nerwowego środkowego.

The influence of cutting the splanchnic nerves on hyperglycemia produced by pressure on the central nervous system.

Rękopis nadesłany w dniu 21. IV. 1928 r.

In a previous paper (TYCHOWSKI and CROVELL '26) we tried to clear experimentally the origin of hyperglycemia in cases of diseases of the nervous system, in which either local mechanical compression of the medulla oblongata or general rise of the cerebrospinal fluid tension followed by compression of the whole central nervous system is essential. We applied in our experiments local mechanical pressure on the medulla oblongata and general hydrostatic pressure on the whole central nervous system. Both procedures were followed by a rise in the sugar content of the blood.

As it seemed very probable that the splanchnic nerves with their secretory fibers to the suprarenals are pathways for impulses going down from the medulla oblongata or from the higher centers of the autonomic system, experiments were made consisting in cutting both splanchnic nerves followed by applying the same procedures of pressure on the central nervous system. The entirely negative results of this experiments show that the hyperglycemia produced by pressure of the medulla oblongata or by compression of the whole central nervous system is closely related to the function of the autonomic system and that the pathways for impulses are splanchnic nerves.

Obserwacje kliniczne schorzeń układu nerwowego środkowego, w przebiegu których występuje ograniczony ucisk niektórych części tego układu lub też wzmożenie ciśnienia płynu mózgowo-rdzeniowego, wykazały, że zmianom tym towarzyszy cukromocz. Najczęściej i najregularniej spotykano się z cukromoczem, względnie z hiperglikemją i hiperglikorrhacją, w przypadkach, w których ucisk dotyczył rdzenia przedłużonego. I tak w przypadkach REIMERA ('76), DE JONGE'A ('82), DOMEPELINGA ('69), LEVRAT-PERROTONA ('59) tudzież VON RECKLINGHAUSENA ('64) przyczyną ucisku były guzy samego rdzenia przedłużonego, względnie tkanek w najbliższej jego okolicy; PARKES ('60), MARKWORDT ('76) i GRADWOHL ('99) obserwowali krwotoki do rdzenia przedłużonego i do czwartej komory jako przyczynę ucisku, zaś ALT (02) i MICHAEL ('89) znaleźli przy autopsji bąblowca, usadowionego w czwartej komorze, który w przypadku ALTA wywoływał był u pacjenta okresowy cukromocz. Spostrzeżenia nad tem zjawiskiem nie ograniczają się jedynie do materiału klinicznego; również w warunkach doświadczalnych u zwierząt zaobserwowano wybitne przecukrzenie krwi w przypadkach, w których przypadkowo przyszło do ucisku rdzenia przedłużonego. I tak w pracy nad wpływem przysadki mózgowej na przemianę węglowodanową, którą wykonałem wspólnie z BAZETT'EM i CROWELL ('24), gdzie celem czynienia odpowiednich obserwacyj utrzymywano wymóżdżone koty przy życiu przez cały szereg dni, znajdowaliśmy przecukrzenie krwi u tych zwierząt, u których autopsja wykazała skrzep krwi, jako powikłanie operacji wymóżdżenia, leżący na rdzeniu przedłużonym lub w najbliższem jego sąsiedztwie.

Obok wyżej wyszczególnionych, można przytoczyć z literatury znacznie więcej przypadków z patologji ludzkiej, w których autorowie znaleźli bądź przecukrzenie krwi, bądź przecukrzenie płynu mózgowo-rdzeniowego, bądź wreszcie cukromocz, związane z krwotokami do tkanki mózgowej [LEIRE ('13), KAHLER ('22) w 18-u przypadkach, FEINBLATT ('23) w 3-ch przypadkach, FRERICHS ('84) w 10 przypadkach, GRADWOHL ('89), HOLLINGER ('09) w 3-ch przypadkach, SCHUETZ ('92), LOEB ('92)

w 2 przypadkach, OLLIVIER ('75) w 2 przypadkach] lub z guzami (LIEFMAN i STERN ('06), OEHLECKER ('22), THALHIMER i UPDEGRAFF ('22), MOATES i KEEGAN ('23) i z pasożytami [OEHLECKER ('22), dwa przypadki] rosnącymi, względnie usadowionymi w obrębie jamy czaszkowej.

Zbieżność tych dwu faktów, ucisku układu nerwowego w całości lub w części, i łącznie z tem występującej hiperglikemji, stwierdzonych na całym szeregu przypadków, wskazuje na możliwość stosunku przyczynowego między nimi. Celem przekonania się, czy taki stosunek istotnie zachodzi, przeprowadziłem szereg badań, w których postarałem się o sztuczne odtworzenie warunków patologicznego ucisku na rdzeń przedłużony lub na cały układ nerwowy. W badaniach tych starałem się mianowicie rozstrzygnąć, czy mechaniczny ucisk rdzenia przedłużonego i zwiększone ciśnienie płynu mózgowo-rdzeniowego, działające na układ nerwowy jako całość, wywołują hiperglikemję. W celu rozwiązania tego zagadnienia przeprowadziłem — obok innych — dwie główne serje doświadczeń; w jednej stosowałem wstrzykiwania małej ilości parafiny lub krwi do *Cisterna magna*—substancje te działały wprost jako ciało obce, wywierając mechaniczny ucisk na rdzeń przedłużony; w drugiej serji dla zbadania wpływu zwiększonego ciśnienia w obrębie kanału kręgowego i jamy czaszki, zastosowałem przewlekły ucisk, łącząc już to *Cisterna magna*, już to *Cavum subdurale* zapomocą wprowadzonej kanjuli z aparatem, wywierającym ciśnienie, wypełnionym płynem Ringera. Z przeprowadzonych doświadczeń okazało się, że czynniki te wywoływały w 90% przypadków wyraźną hiperglikemję (TYCHOWSKI i CROWELL '26).

Ten sztucznie na zwierzętach odtworzony typ hiperglikemji przedstawia w odnośnych klinicznych przypadkach jakoby „chroniczną piqûre“, analogon nakłucia cukrowego CLAUDE BERNARDA. Wyjaśnienie mechanizmu powstawania owej hiperglikemji pochodzenia centralnego z ucisku rdzenia, względnie całego układu nerwowego środkowego, wiązać się powinno z teorjami nakłucia cukrowego BERNARDA. JARISCH ('14) w pracy swej nad mechanizmem powstawania cukromoczu pod wpływem nakłucia cukrowego wykazał, że mimo wyizolowania wątroby z wszystkich jej połączeń nerwowych z układem nerwowym środkowym i nadnerczami, hiperglikemja i cukromocz przychodzą do skutku po

nakłuciu, byle tylko nadnercza pozostały unerwione, z drugiej strony przekonał się, że nakłucie jest bezskuteczne, gdy nadnercza zostaną odcięte od wszelkich połączeń nerwowych, przy zachowanym unerwieniu obszaru nerwów trzewiowych. Przyjął zatem, że podnieta, spowodowana nakłuciem, dochodzi drogą nerwową do nadnerczy, te zaś wzmagając swe wydzielanie, powodują drogą krwi glikogenolizę w wątrobie.

Wszelkoniemnie i wyczerpująco omawia sprawę hiperglikemji centralnego pochodzenia w odniesieniu do nadnerczy KAHN ('19). Wzajemny stosunek ośrodków nerwowych, wątroby i nadnerczy ujmuje on w ten sposób, że elementy nerwowe, położone w układzie nerwowym środkowym, utrzymują drogą przez nerwy trzewiowe przy współdziałaniu włączonych zwojów współczulnych jamy brzusznej stałe napięcie, tonus, w komórkach wątrobowych, konieczny dla ich normalnej czynności w przemianie węglowodanowej. Podniety, działające na owe elementy centralne, jak asfiksja, nakłucie cukrowe, podwyższają ten tonus nerwowy wspomnianą drogą. Inne grupy komórek w układzie nerwowym położonych, w okolicy czwartej komory, zaopatrują substancję rdzenną nadnerczy swemi włóknami wydzielniczymi, przebiegającymi również w nerwach trzewiowych; podrażnienie tych komórek przez bodźce centralne wzmagają czynność nadnerczy, wydzielina zaś ich, wpływająca do krwiobiegu we wzmożonej ilości, dochodzi drogą krwi do komórek wątroby, by i tutaj wywrzeć swe działanie. Tak więc podrażnienie obydwu wymienionych rodzajów komórek układu nerwowego prowadzi z jednej strony do wzmożenia tonus komórek wątroby, z drugiej zaś powoduje wzmożoną czynność substancji chromafinowej, oba zaś te czynniki dają w rezultacie glikogenolizę.

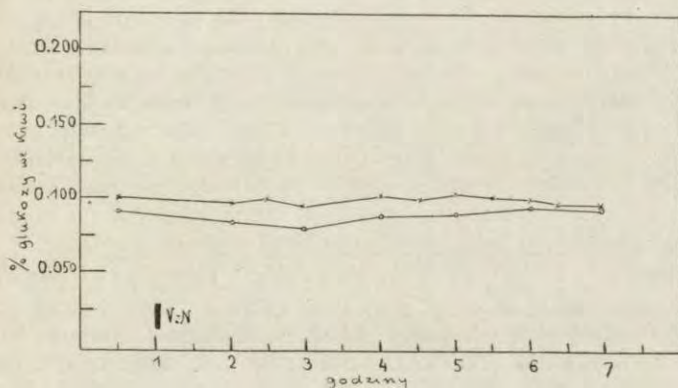
Wybitna rola układu sympatycznego, jaką odgrywa on w przemianie węglowodanowej, polega zatem na działaniu adrenaliny, jego specyficznego bodźca.

Dla wyświeślenia, czy także i „chroniczna piqûre“ nie powoduje glikogenolizy drogą adrenalinemji, postanowiłem usunąć nadnercza z pod wpływu podniet, mogących przy ucisku rdzenia przedłużonego płynąć z jego ośrodków sympatycznych (lub wyższych, będących z nimi w związku czynnościowym), przez odcięcie im drogi w przebiegu przez nerwy trzewiowe do tkanek nadnerczy.

Metodyka badania.

Mając na uwadze, że zawartość cukru we krwi jest ogromnie chwiejna i że drobne wpływy zewnętrzne mogą powodować znaczne nawet odchylenia od poziomu, przeprowadziłem badania na zwierzętach w uśpieniu, trzymając się ściśle wypracowanej i ustalonej metodyki.

Jako zwierząt doświadczalnych użyto wyłącznie psów, głodzonych przez 12 do 24 godzin przed rozpoczęciem doświadczenia, bez uprzedniego stosowania specjalnej diety. Jako środka znieczulającego używano soli sodowej kwasu dwuetylobarbiturowego (Veronal-Natrium Merck, por. Dox '23, ELLIS '23), preparat ten bowiem nie wywiera widocznego wpływu na zdolność redukcyjną krwi, co w doświadczeniach było warunkiem koniecznym, a co stwierdzono w 5-u doświadczeniach kontrolnych: psom, głodzo-



Rys. 1. Wpływ weronalu (Veronal-Natrium) na poziom cukru we krwi. Moment podania zaznaczono.

nym przez przeciąg 24 godzin, podawano weronal w ilości 0,3 g na kilogram wagi w 20 cm³ wyjałowionego płynu RINGERA do jamy otrzewnowej lub pod skórę, poczem oznaczano zawartość cukru we krwi w odstępach 30-o, względnie 60-o minutowych przez 7 godzin, licząc od czasu podania. Jak wskazuje powyższa tabela (rys. 1), w której podano przebieg dwu z tych doświadczeń, poziom ulegał bardzo nieznacznemu obniżeniu w dwu pierwszych godzinach, poczem utrzymywał się prawie bez zmiany przez następnych 5 godzin.

Veronal-Natrium stosowano w ilości 0,20—0,30 g na kilogram wagi śródtrzewnowo lub podskórnie. Po wystąpieniu zupełnego znieczulenia, co następowało w 30 do 60 minut po wstrzyknięciu, umieszczano zwierzę na stole operacyjnym, posiadającym elektryczne urządzenie do ogrzewania. Zapomocą aparatury ogrzewającej utrzymywano prawie zupełnie stałą cie-

plotę zwierzęcia w przebiegu doświadczenia, kontrolowano ją zaś pomiarami w odbyticy. Ogrzewanie zwierząt było konieczne, gdyż, jak wykazały obserwacje, ciepłota miała dążność do obniżania się, szczególnie w przebiegu kilku pierwszych godzin uśpienia.

Metoda oznaczania cukru. Zdolność redukcyjną krwi oznaczano sposobem Mc LEANA ('19). Wymaga on małej ilości krwi (0.2 cm^3), którą łatwo otrzymać można przez nacięcie skóry ucha, nie będąc zmuszonym posługiwać się nakłuciem żyły. Dużą jej zaletą jest również końcowe wyznaczenie wyniku zapomocą miareczkowania. Służący do oznaczania jodu $n/400$ tiosiarczan sodowy sporządzano bezpośrednio przed każdym doświadczeniem na świeżo z roztworu $n/10$ i oznaczano jego miano względem znanego roztworu siarczanu miedziowego, który znowu ustawiony był względem znanego roztworu glukozy. Błąd eksperymentalny tej mikrometody, oznaczony przez badanie znanych roztworów glukozy, wahał w granicach dwu jednostek na trzecim miejscu dziesiętnym ($\pm 0.002\%$).

Próbki krwi pobierano przez nacięcie ogolonej i oczyszczonej ete-rem skóry ucha zapomocą bardzo ostrego noża (gilette), przyczem dla każdej próby robiono świeże nacięcie. Wypływającą kroplami krew zbierano na szkiełku zegarkowym, powleczonem parafiną, poczem natychmiast nabierano mikropipetą 0.2 cm^3 i opróżniano ją do roztworu siarczanu sodowego. Środków hamujących krzepnięcie nie używano zupełnie, ponieważ w krótkim przeciągu czasu, potrzebnym do nabrania i odmierzenia krwi, krzepnięcie nie mogło jeszcze nastąpić. Po odbiałczeniu przeprowadzano odrazu w dalszym ciągu analizę do końca, tak że glikoliza nie mogła wystąpić, a także zbędne było dodawanie środków przeciwnilnych.

Normalna zawartość cukru we krwi psa. Nieustanne zmiany, jakie napotyka się w zawartości cukru we krwi ludzkiej i zwierzęcej, wykluczają ustalenie ściśle określonego poziomu. Nietylko bowiem dowóz węglowodanów z przewodu pokarmowego lub nasilenie albo zmniejszenie przemiany węglowodanowej, ale także cały szereg innych czynników współdziałać może ze sobą, prowadząc do ciągłych oscylacyj. Zatem i w pracy niniejszej porównywano zawsze wyniki analiz na cukier z poziomem oznaczonym we krwi na początku doświadczenia, zanim jeszcze zadziały odpowiednimi czynnikami (prócz uśpienia). Wykluczano przytem od dalszego eksperymentowania psy, wykazujące zawartość cukru powyżej 0.18% , jako hiperglikemiczne; u samice zaś kontrolowano przy autopsji macicę, czy nie była ciężarną.

Mechaniczny ucisk rdzenia przedłużonego osiągnęto przez wstrzyknięcie odpowiedniej ilości (od 3 do 5 cm^3) parafiny w stanie płynnym o niskim punkcie topnienia (około 38° — 40° C) do *Cisterna magna* po uprzednim wprowadzeniu do niej kanjuli, zaopatrzonej w dwa kurki, i wypuszczeniu dla kontroli kilku kropel płynu mózgowo-rdzeniowego. Ucisk na układ nerwowy, jako całość, wywierano zapomocą długotrwałych wstrzykiwań do przestrzeni podoponowej wyjałowionego i ogrzanego do temperatury ciała zwierzęcia płynu RINGERA. Po ukończeniu doświadczenia przekonywano się za każdym razem przez autopsję, czy parafina istotnie została

wstrzyknięta we właściwą przestrzeń; zaś po doświadczeniach, w których stosowano długotrwałe wstrzykiwania, wprowadzano po odłączeniu aparatu wywierającego ucisk, barwny płyn (roztwór błękitu metylenowego), którego obecność w przestrzeni podoponowej, znaleziona przy sekcji, wskazywała, na jakiej przestrzeni wywarło ciśnienie. Po każdym doświadczeniu przekonywano się też dokładnie, czy rdzeń przedłużony nie został mechanicznie uszkodzony przy wprowadzaniu kanjuli.

Operację przecięcia nerwów trzewiowych wykonywano w przeważnej ilości doświadczeń na 4 do 5 godzin przed stosowaniem ucisku rdzenia i badaniem zdolności redukcyjnej krwi; w dwu przypadkach zaś — w 4 i 6 tygodni po aseptycznej operacji. Nerwy trzewiowe przecinano pozaotrzewnowo, odsłaniając je od strony lędźwiowej.

Wyniki doświadczeń.

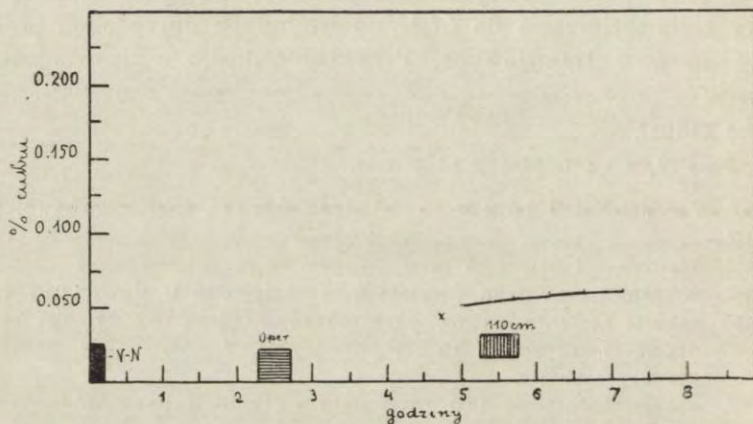
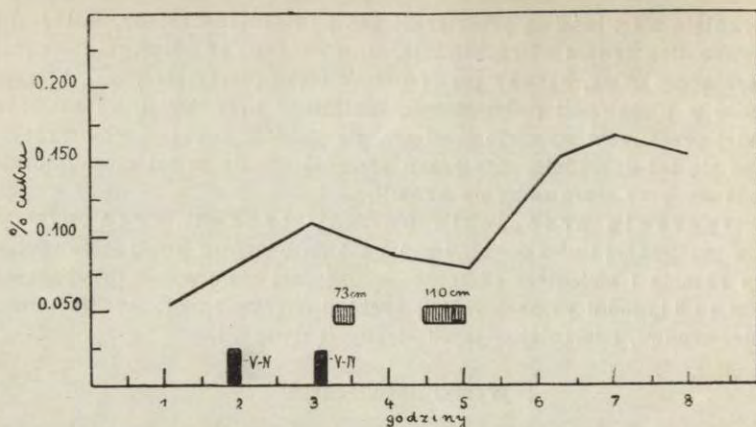
W pierwszej serii doświadczeń wywierano ucisk na rdzeń przedłużony przez wstrzykiwania parafiny, ogrzanej do temperatury ciała zwierzęcia do *Cisterna magna* po uprzednim przecięciu nerwów trzewiowych. Przykład jednego z doświadczeń tej serii:

3.XI.1927.

Pies ♂, 8 kg. Głodzony 12 godzin.

- 10 h 30' Veronal-Natrii 2.5 g w 20 cm³ płynu RINGERA śródotrzewnowo;
 12 h 10'—
 12 h 40' odsłonięto i przecięto nerwy trzewiowe pozaotrzewnowo;
 16 h 30' pobrano krew z ucha. Ciepłota w odbytnicy 39.5° C. Cukier: 0.0774 %;
 16 h 45' nakłuto *Cisterna magna*; płyn mózgowo - rdzeniowy wycieka kroplami. Wstrzyknięto 3.5 cm³ parafiny do *Cisterna magna*, poczem kanjule usunięto;
 17 h 05' podano dodatkowo 1.00 g weronalu w płynie RINGERA śródotrzewnowo, gdyż uspienie było zbyt powierzchowne;
 17 h 15' pobrano krew z ucha (świeże nacięcie). Ciepłota 39.6° C. Cukier: 0.0769%;
 18 h 00' pobrano krew. Ciepłota w odbytnicy 39.5° C. Cukier: 0.080%;
 18 h 30' psa zabito wstrzyknięciem eteru do jamy serca. Odpreparowano rdzeń przedłużony i górną część rdzenia pacierzowego; znaleziono kołnierz parafinowy otaczający rdzeń przedłużony, którego substancja była nieuszkodzona.

Dla porównania, jak działa ucisk w identycznych doświadczeniach na zwierzętach (psach) z zachowanymi nerwami trzewiowymi, posłużyć może poniższe zestawienie; wykres pierwszy podaje zachowanie się cukru we krwi psa nieoperowanego, wykres drugi poziom cukru we krwi psa z przeciętymi nerwami trzewiowymi (rys. 2, str. 80).



Rys. 2.

Doświadczenia drugiej serii, w których wywierano ucisk hydrostatyczny zapomocą płynu, komunikującego przez kanjlę z *Cisterna magna*, wykazały przebieg, podobnie jak w serii pierwszej, negatywny. Przykład tego rodzaju eksperymentu daje następujący wyciąg z protokołu:

18.X.1926.

Pies ♂, wagi 12 kg.

11 h 30' Veronal-Natrii 3.00 g w płynie RINGERA śródotrzewnowo;

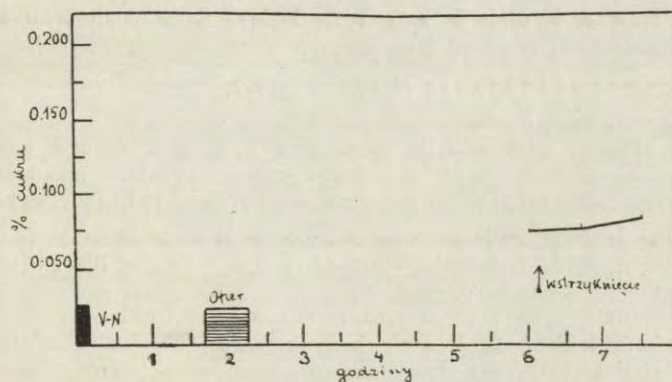
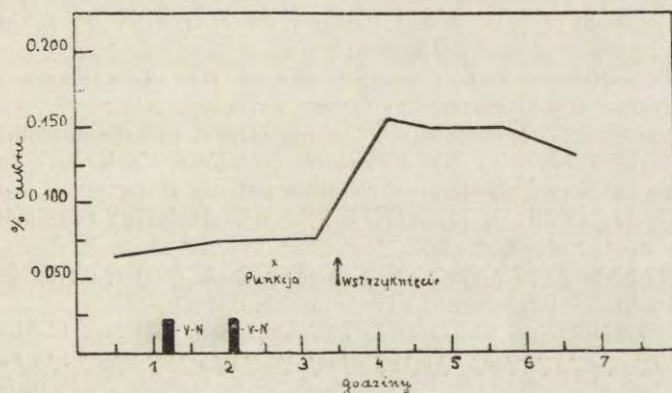
12 h 15' przecięto nerwy trzewiowe pozaotrzewnowo;

16 h 30' wprowadzono kanjlę do *Cisterna magna*; płyn mózgowo-rdzeniowy, czysty, wycieka kroplami. Kurki kanjuli zamknięto i pobrano próbkę krwi z ucha. Ciepłota zwierzęcia 37.9° C w odbytnicy.

Cukier: 0.067%;

- 16 h 46' połączono kanjule z aparatem do ciśnienia i wywarto ucisk równy 110 cm słupa gynu RINGERA.
- 17 h 16' ciśnienie usunięto. Pobrano próbkę krwi z ucha. Cukier: 0.068%;
- 17 h 46' pobrano dalszą próbkę krwi. Ciężota zwierzęcia 38.1⁰ C. Cukier: 0.070%.
- 18 h 15' pobrano następną próbkę krwi. Cukier: 0.075%;
- 18 h 45' pobrano krew. Ciężota 38.0⁰ C.
- 19 h 45' wstrzyknięto 5 cm³ 1% roztworu błękitu metylenowego przez kanjule, pozostającą w dawnym miejscu bez zmiany położenia. Psa zabito wstrzyknięciem eteru do jamy serca. Autopsja wykazała plyn barwny w przestrzeni podoponowej.

Porównanie działania ciśnienia w przypadku zachowania nerwów trzewiowych z powyższem doświadczeniem uwydatni zestawienie z wykresem doświadczenia, wykonanego w sposób zupełnie podobny, jednak u psa z zachowanemi nerwami trzewiowemi (rys. 3, str. 81):



Rys. 3.

Doświadczeń obu seryj wykonano po 10. Należy zaznaczyć, że między przecięciem nerwów trzewiowych, a przeprowadzeniem właściwego doświadczenia ze stosowaniem ucisku i badaniem krwi, upływało 4 godziny. W przeciągu bowiem tego czasu łagodniał znacznie lub przebrzmiał zupełnie bezpośredni wpływ przecięcia nerwów trzewiowych. W dwu zaś przypadkach operacja przecięcia nerwów trzewiowych poprzedziła właściwy eksperyment o kilka tygodni: w jednym, mianowicie, zrobiono ją na cztery tygodnie przed badaniem wpływu ucisku, w drugim—na sześć tygodni.

Doświadczenie № 21. 4.I.1927.

Pies ♂, wagi 9 kg.

W uśpieniu eterowem odsłonięto i przecięto obydwa nerwy trzewiowe. Operacja aseptyczna. Rany operacyjne zgojone przez pierwozrost.

Dnia 18.II.1927, a więc w 45 dni po przecięciu nerwów trzewiowych, przystąpiono do dalszego badania.

- 10 h 00' Podano psu, będącemu naczczo, od 24 godzin, 2,9 g Veronal-Natrii w 20 cm³ podskórnie;
- 12 h 20' w uśpieniu pobrano z psa próbkę krwi przez nacięcie ucha i oznaczono w niej cukier. Znalaziono: 0.177%;
- 12 h 36' wprowadzono kanjule do *Cisterna magna*, po odpuszczeniu kilku kropeł czystego płynu mózgowo-rdzeniowego połączono kanjule z aparatem, wywierając ciśnienie 120 cm słupa płynu RINGERA przez 45 minut, przyczem z początku zauważono zwolnienie oddechu i opisthotonus.
- 14 h 00' pobrano krew przez świeże nacięcie ucha. Cukier: 0.176%;
- 14 h 30' pobrano dalszą próbkę krwi. Cukier: 0.127%;
- 15 h 00' doświadczenie zakończono wstrzyknięciem roztworu błękitu metylenowego przez kanjule, użytą do wywarcia ciśnienia. Psa zabito wstrzyknięciem eteru do jamy serca. Autopsja wykazała płyn barwny w *Cisterna magna* i przestrzeni podoponowej, jako też nienaruszony rdzeń przedłużony.

Doświadczenie № 22. 16.II.1927.

Pies ♂, wagi 7.5 kg.

W uśpieniu eterowem przecięto obydwa nerwy trzewiowe; operacja wykonana aseptycznie, rany zamknięto szwem. Przebieg pooperacyjny bez żadnych powikłań. W 39 dni po operacji, dnia 17.III.1927 wykonano dalszy ciąg doświadczenia.

- 9 h 00' Pies uśpiony został weronalem (2.6 g w 20 cm³ płynu RINGERA śródtrzewnowo);
- 10 h 30' pobrano krew z ucha, oznaczono cukier = 0.083%;
- 11 h 30' wprowadzono kanjule do *Cisterna magna*, wypuszczono dla kontroli kilka kropeł płynu mózgowo-rdzeniowego, który okazał się czystym, bez domieszki krwi;

- 11 h 45' pobrano krew przez świeże nacięcie ucha. Cukier oznaczony wynosił 0.081%;
- 12 h 00' połączono kan Julę z aparatem, wypełnionym wyjałowionym plynem RINGERA o temperaturze 38° C (tyleż wynosiła ciepłota zmierzona w odbytncy z wierzcęcia). Wywarto ciśnienie, równe 120 cm słupa plynu RINGERA.
- 12 h 30' pobrano krew przez świeże nacięcie ucha. Cukier: 0.080%;
- 13 h 00' usunięto aparat i zamknięto kurki kan July;
- 13 h 15' pobrano świeżą próbkę krwi. Cukier: 0.066%;
- 14 h 00' wstrzyknięto przez kan Julę plyn barwny w ilości 10 cm³, poczem psa zabito wstrzyknięciem eteru do jamy serca. Przy nekroskopji wykazano plyn barwny w przestrzeni podoponowej i w *Cisterna magna*.

Jak widać z przytoczonych protokołów doświadczeń, starałem się wyeliminować wszystkie czynniki, mogące komplikować przebieg doświadczeń i wpłynąć na ich rezultaty. Wiadomo bowiem, jak czule ustawiony jest aparat, regulujący przemianę węglowodanową w ustroju, i jak nieraz wyniki, otrzymane z doświadczeń, wykonanych z nienależytą precyzją, prowadzą do błędnych wniosków. Postarałem się w szczególności o uniknięcie wpływu zmian ciepłoty ciała zwierzcęcia, dalej o zapobieżenie t. zw. „Fesselungshyperglykämie“, następnie o przeprowadzenie doświadczenia w okresie spoczynku przewodu pokarmowego.

Stałą ciepłotę zwierząt utrzymywano przez odpowiednie podgrzewanie; w pierwszych bowiem godzinach uspienia weronalowego daje się zauważyć wyraźne obniżenie ciepłoty. Jeżeli już w granicach fizjologicznych ciepłota ciała waha w zakresie kilku dziesiątych stopnia Celsjusza, nie wpływając tem wybitnie na poziom krążącego we krwi cukru, to przy zachowaniu ciepłoty na poziomie, który wahaniami nie przekracza odchylen fizjologicznych, przyjąć można, że nie wpływały one na poziom cukru. Głodzenie zwierząt przez okres 12 do 24 godzin, poprzedzający doświadczenie, wykluczało możliwość wahań zawartości cukru we krwi zależnie od wsysania węglowodanów z przewodu pokarmowego. Użycie środka znieczulającego wreszcie wykluczyło możliwość zmian emocjonalnych i czyniło zbędnem przywiązanie zwierzcęcia do stołu operacyjnego, a tem samem nadanie mu pozycji nienaturalnej.

Wysokość poziomu cukru oznaczano w odstępach 30-to minutowych; zmiany zatem, przebiegające w krótszym okresie,

aniżeli podany przeciąg czasu, musiałyby ująć obserwacji. Należy jednak wziąć pod uwagę, że czynniki, stosowane w pracy niniejszej, o ile miałyby spowodować zmiany w poziomie cukru, były dość intensywne i działały przez czas stosunkowo długi, bo w przypadkach wstrzykiwań parafiny w czasie trwania całego doświadczenia, w eksperymentach zaś, w których używano iniekcji płynu RINGERA, przez czas od 45 do 75 minut. Okazało się przytem, że dodatnie wyniki, kontrolowane w odstępach 15 minut (TYCHOWSKI i CROWELL '26) w analogicznych doświadczeniach, jednak bez przecięcia nerwów trzewiowych, występowały w postaci łagodnej krzywej wzniesienia i utrzymywały się na osiągniętym poziomie w okresie dłuższym, aniżeli 60 minut, szczególnie przy hydrostatycznym ucisku układu nerwowego.

Z czynników, wywierających wybitnie depresyjny wpływ, rozpatrzyć należy działanie długotrwałej narkozy; obserwowałem w pracy poprzedniej ('26), że w głębokim uśpieniu ogólnem przy użyciu weronalu zmiany występowały leniwie, natężenie ich było mniejsze i ustępowanie powolniejsze. Z tego też powodu w doświadczeniach stosowałem znieczulenie takie, przy którym odruch rogówkowy był — choć w słabym stopniu — utrzymany.

Bezwzględnie ujemny wynik doświadczeń pozwala zatem przyjąć, że hiperglikemja, spowodowana uciskiem samego rdzenia, czy też całego układu nerwowego środkowego, stoi w bezpośrednim związku z czynnością układu nerwowego autonomicznego, droga zaś odnośnych podnieć prowadzi przez nerwy trzewiowe. Zgadza się to z rezultatami, jakie otrzymał MIKAMI SHOZO ('26), który po przecięciu nerwów trzewiowych stwierdzał wybitnie słabszą hiperglikemję, powodowaną tlenkiem węgla; podobnie HIROSHI TACHI i SOZO HIRAYAMA ('26) dostawali znacznie słabszą hiperglikemję w uśpieniu eterowem u zwierząt z przeciętymi nerwami trzewiowymi.

Ucisk mechaniczny, stosowany miejscowo na rdzeń przedłużony, jak również i ucisk hydrostatyczny, rozciągający swe działanie na cały układ nerwowy środkowy wraz z rdzeniem przedłużonym, prowadzić za sobą musi podrażnienie całego szeregu ośrodków. Należy w pierwszym rzędzie wziąć pod uwagę te z nich, których stan czynny, względnie zahamowanie, mogłoby prowadzić do przecukrzenia krwi drogą mobilizacji glikogenu i to pośrednio lub bezpośrednio.

Anatomiczne poszukiwania, dawniejsze JARISCHA, nowsze BRUGSCHA, DRESELA i LEWY'EGO ('21), w których starali się oni wykryć przyczynę hyperglikemji i glikosurji, powodowanej nakłuciem CL. BERNARDA, wykryły t. zw. sympatyczne jądro nerwu błędnego w rdzeniu przedłużonym, mające wedle nich zawierać nie tylko elementy sympatyczne lecz i parasympatyczne. Podrażnienie pierwszych miałoby prowadzić do wzmożenia tonus włókien sympatycznych, zaopatrujących między innymi także i nadnercza, zatem do adrenalinemji, stan zaś czynny, wzbudzony w drugiej grupie komórek owego jądra, zawierającej komórki parasympatyczne nerwu błędnego, ma być w związku z wydzielaniem wewnętrznym trzustki i tą drogą prowadzić do wzmożonej polimeryzacji glukozy. MOLHANT ('10) zaś odkrył drogą degeneracji wstecznej grupę komórek t. zw. *nucleus paraventricularis*, położonych w pobliżu komory trzeciej i przypisuje im związek czynnościowy z jądrem sympatycznym nerwu błędnego; czy jednakowoż ta grupa komórek ma jakkolwiek związek z mobilizacją glikogenu, nie jest rzeczą ustaloną. Zdaje się jednak, że współpraca obu jąder wyraża się w zmianie tonus układu sympatycznego, dając pośród innych zjawisk także przecukrzenie krwi.

W dalszym ciągu rozpatrzyć należy wpływ ucisku na ośrodek oddechowy i na ośrodek ruchowy nerwu błędnego.

Pobudzenie ośrodka oddechowego, zdaje się, nie ulega wątpliwości, nie tylko bowiem obserwowałem we wszystkich bez wyjątku doświadczeniach zmiany rytmu i nasilenia ruchów oddechowych, lecz także dla przekonania się o charakterze tych zmian zapisywałem je, stosując spirometr RICHARDSA (por. TYCHOWSKI i CROWELL). Krzywa zmian oddechowych dawała wyraźny obraz pogłębienia i zwolnienia ruchów oddechowych aż do zupełnego ich zatrzymania na szczycie wdechu, na stosunkowo krótki przeciąg czasu. Zmiany te, stosownie do swego nasilenia, spowodować musiały większe lub mniejsze zaburzenia w wentylacji płuc, pociągające za sobą niższy stopień wysycenia hemoglobiny tlenem i anoksemję, która jest znana jako jeden z ważnych czynników, wywołujących przecukrzenie krwi.

Ośrodek ruchowy nerwu błędnego, dający początek włóknom, zaopatrującym trzewia klatki piersiowej i jamy brzusznej, mógł dać cały szereg zmian. Najważniejsze z nich dla rozważanego zagadnienia tyczyć się mogą czynności serca i płuc.

Zapisywanie ciśnienia krwi dało bardzo słabo zaznaczoną i krótkotrwałą zwyżkę ciśnienia. Większych natomiast zmian czynnościowych należało oczekiwać w płucach; oskrzela bowiem, unerwione przez włókna nerwu błędnego, mogą zmieniać swe światło i wpływać tym sposobem na wymianę gazową. Obok tego włókna, zaopatrujące naczynia płucne, zmieniać mogą ich światło, jak to wykazali KROGH ('07), a także CARLSON i LUCKHARDT ('21), i tym sposobem wpływać również na wymianę gazową.

Działanie na ośrodki naczynioruchowe nie występowało wybitnie, ciśnienie krwi bowiem utrzymywało się w kontrolnych doświadczeniach, w których je notowano, na stałym prawie poziomie; w każdym jednak razie nieznaczną zwyżkę ciśnienia, występującą w kilkanaście do kilkudziesięciu sekund po rozpoczęciu ucisku, należy odnieść do działalności tych ośrodków, i to spowodowanej bądź bezpośrednio przez ich ucisk, bądź przez podrażnienie drogą nagromadzenia dwutlenku węgla przy zaburzonej wymianie gazowej.

WINKIN ('21) wykazała, że nerwy trzewiowe wraz z ich włóknami wydzielniczymi, prowadzącymi do nadnerczy, są drogą dla podniet, mających swe źródło w ośrodkach naczynioruchowych. Zgodnie z tem, pobudzenie tych ośrodków, dające zwężenie naczyń i zwiększone wydzielanie adrenaliny do krwi, miałyby prowadzić do mobilizacji glikogenu. CANNON i RAPPORT ('21) idą nawet dalej i przyjmują istnienie osobnego ośrodka dla wydzielania adrenaliny, położonego na dnie czwartej komory.

W każdym bądź razie pobudzenie ośrodków naczynioruchowych, czy też ośrodka, którego istnienie przypuszczał CANNON i RAPPORT, prowadzi do wzmożonego wydzielania adrenaliny do krwi, adrenalinemja zaś w dalszym ciągu—do zwiększenia tonus układu sympatycznego z następującą hiperglikemją.

Doświadczenia pracy niniejszej wykazały, że hiperglikemja, powstająca pod wpływem ucisku rdzenia przedłużonego, względnie całego układu nerwowego ośrodkowego, nie przychodzi do skutku po przerwaniu połączenia nadnerczy z układem nerwowym środkowym, dokonaniem przez przecięcie nerwów trzewiowych. Przypuszczenie zatem, że powstaje ona drogą zadrażnienia nadnerczy z następującą adrenalinemją, zyskuje w dużej mierze na prawdopodobieństwie.

Niech mi wolno będzie wyrazić na tem miejscu podziękowanie Rektorowi Dr. Beckowi za cenne wskazówki, udzielane mi w przebiegu tej pracy.

Piśmiennictwo.

- Alt.** 1902. *Neurolog. Zentrabl.* (567). **Bazett, Tychowski and Crowell.** 1924. *Proc. Soc. Exp. Biol. and Med.* **22** (22). **Brugsch, Dresel und Lewy.** 1920. *Zeitschr. f. exp. Path. u. Ther.* **21** (358). **Brugsch, Dresel und Lewy.** 1921. *Zeitschr. f. d. ges. exp. Med.* **25** (262). **Carlson and Luckhardt.** 1921. *Amer. Journ. of Physiol.* **56** (72). **Cannon and Rapport.** 1921. *Amer. Journ. of Physiol.* **58** (308). **Dompeling.** 1869. *Nederl. Arch. v. geneesk.* **4** (179). **Dox.** 1923. *Journ. Amer. Pharm. A.* **12** (602). **Ellis.** 1923. *Journ. Pharm. and Exper. Therap.* **21** (323). **Feinblatt.** 1923. *Journ. Lab. and Clin. Med.* **8** (500). **Frerichs.** 1884. *Über den Diabetes.* Berlin (Hirschwald). **Gradwohl.** 1889. *Philadelphia Med. Journal* [cyt. wdl. *Med. Rev.* **40** (61)]. **Gradwohl.** 1899. *Med. Rev.* **40** (61). **Hiroshi Tachi and Sozo Hirayama.** 1926. *Tohoku Journ. of exp. Med.* **8**, № 1 (41). **Hollinger.** 1909. *Bioch. Zeitschr.* **17** (1). **Jarisch.** 1914. *Plüger's Arch. f. d. ges. Physiol.* **158** (478). **De Jonge.** 1882. *Arch. f. Psychiatrie.* **13** (658). **Kahler.** 1922. *Wien. Arch. f. in. Med.* **4** (129). **Kahn.** 1919. *Pflüger's Arch. f. d. ges. Physiol.* **169** (326). **Krogh.** 1907. *Zentralbl. f. Physiol.* **20** (802). **Mc. Lean.** 1919. *Biochem. Journ.* **13** (135). **Leire** [cyt. wdl. *Banga: Der Blutzucker* (1913)]. **Levrat-Perroton.** 1859. *Thèse.* Paris [cyt. wdl. *de Jonga*]. **Liefman and Stern.** 1906. *Bioch. Zeitschr.* **1** (299). **Loeb.** 1892. *Prag. Med. Wochenschr.* **50** (615). **Markwordt.** 1876. *Arch. f. klin. Med.* **18** (111). **Michel.** 1889. *Deutsch. Arch. f. klin. Med.* **44** (597). **Mikami Shozo.** 1926. *Tohoku Journ. of exp. Med.* **5**, № 2 (113). **Moates and Keegan.** 1923. *Journ. Lab. and Clin. Med.* **8** (825). **Molhant.** 1910. *Nevraxe* (137). **Oehlecker.** 1922. *Verh. d. deutsch. Ges. f. Chir.* (491). **Ollivier.** 1875. *Gaz. Hébd. de Méd.* **11** (164). **Von Recklinghausen.** 1864. *Arch. f. path. Anat.* **30** (360). **Reimer.** 1876. *Jahrb. f. Kinderheilk.* (306). **Schütz.** 1892. *Prag. Med. Wochenschr.* **50** (613). **Thalhimer and Updegraff.** 1922. *Arch. Neurol. and Psych.* **8** (15). **Tychowski and Crowell.** *Arch. of Int. Med.* **37** (23). **Tychowski and Crowell.** 1926. *Arch. of Int. Med.* **37** (567). **Winkin.** 1921. *Proc. of Exp. Biol. and Med.* **18**.

[„Prace Instytutu im. Nenckiego“. № 66*]

M. Chejfec.

Przebieg reorganizacji jądrowej u *Paramecium caudatum*.
*On the nuclear reorganization in *Paramecium caudatum*.*

Rękopis nadesłany w dniu 11. V. 1928 r.

The present paper is dealing with the course of nuclear reorganization in *Paramecium caudatum*, in individuals as well as in mass cultures, with the rhythmicity of reorganization and its dependence on external factors, finally with the necessity of endomixis for the organism and its connection with depressions.

The cultures of infusoria were fed with a suspension of *Bacterium Coli* the concentration of which has been 75.000 bacteria in 1 mm³. Only pure cultures of bacteria were used. Table I (p. 96) demonstrates the degree of uniformity of the feeding conditions. It contains the numbers of individuals, obtained from 25 individuals each, in the course of 2, 4 and 6 days. For every concentration of bacteria the corresponding numbers of infusoria are very similar.

The investigation concerned particularly one culture of *Paramecium* in which in every period of its life there were at least 1 — 5% of individuals with reorganizing nuclear apparatus. During 5 months of observation the culture proved to be normal in every respect: the quantity of food vacuoles, the pulsation of the contractile vacuoles, the microscopical appearance of protoplasm, the rapidity of movement, the number and the appearance of phosphate crystals, all this did not change even in periods of increased reorganization processes, when the culture contained nearly 80% of endomictic individuals. Among 411 protozoa which divided during the 24 hours, 33% had an endomictic nuclear ap-

* Z Zakładu Morfologii Doświadczalnej Instytutu im. Nenckiego.

paratus. Among 248 individuals which did not divide during the same time there were 50% reorganizing *Paramecia*. It seems to follow from this that the endomictic processes hinder the division to a certain extent. However this hindrance is very insignificant one and in numerous cases it was not existant at all. Thus the endomictic periods of the culture were not connected with any depression.

Table II (p. 101) contains the percentage of reorganizing protozoa of the mass culture for five days periods during 5 months of observation. The curves (p. 102) correspond to the data of the table. Curve I is drawn for the reorganization rate in temperature 15 — 20° C and for culture fed with *B. Coli*, curve II—temperature 22.5° C, *B. Coli*. Curve III — 15 — 20° C, hay infusion, curve IV — 22, 5° C, hay infusion. Marked rhytms are to be seen, but in *B. Coli* the percentage of endomictic individuals never falls to 0. In hay infusion the percentage of reorganizing protozoa is lower. In all cultures the maxima of reorganization occured nearly at the same time. Transferring of the protozoa from *B. Coli* into hay infusion reduces markedly the percentage of endomixis but it does not influence its rhytmicity. Reversely passing from hay infusion to bacteria increases the reorganization — the rate of endomixis is then above 80% — but again it does not change the rhytmicity. The rhytm is thus a constant peculiarity of the culture and only in a slight degree it depends on external conditions.

Observations in separate lines, in which after every division one individual of each line has been preserved and stained in order to relate the state of the nuclear apparatus of its division partner, proved that the reorganization may be repeated in 1 to 5 successive generations. Table IV. (p.108) shows the result of one of such series of observations. Letters above mark different pure lines. The upper number of each square means the number of individuals at the beginning of a day, the lower one corresponds to the individuals which remained for further divisions. Letter N. means that the preserved individual possessed a normal nuclear apparatus, the letter R. — that it has been a reorganizing one. A number beside N or R means that there were preserved more than one individual.

As during endomixis there occurs in *Paramecium cauda-*

tum only one division, the reorganization process must appear several times, as in lines A, B, C, D, E etc.

After preserving with picric acid and staining with Methylgrün + Boraxcarmin (Zweibaum) it has been possible to trace the cytological course of the reorganization. Statistics of different stages of the reorganization in mass cultures proved to be very useful in establishing the exact succession of stages (tab. V, p. 111). Fig. 2 shows the course of endomixis in *Paramecium caudatum*. The same is very similar to the reorganization process known for *P. aurelia*.

There is no exact synchronism of endomixis in a culture. Fig. 3 (p. 112) shows 10 separate lines of infusoria observed daily during 70 days. The reorganization occurs in every line at regular time intervals but in different lines the moment of endomixis may be very different. Endomixis is a periodical process but it is regularly periodic only in pure lines not necessarily in a mass culture.

Endomixis depends on internal factors but it may be influenced by external stimuli also, especially by the quality of food and the properties of the outer medium. There is nothing pathological in it as the observed culture proved to be perfectly normal in every respect.

There exists a morphological and a physiological side of the reorganization process. If reorganization means the liberating of the organism from the accumulated products of metabolism, then this process is necessary and it must occur regularly in every culture of each species of infusoria. But there may exist several ways of such liberating and the morphological reorganization or endomixis means only one of many different possibilities. Therefore it may be avoided. Endomixis seems to be a process which is not so much connected with a definite species of protozoa, as with the culture and with the conditions of breeding. Among numerous cultures of *P. caudatum* the author succeeded to find endomixis only in one particular culture, never in others.

W hodowlach wycmózków: *Blepharisma undulans*, *Histrio complanatus*, *Gastrostyla steinii*, *Paramecium aurelia*, *P. caudatum*, *P. calkinsi*, *Oxytricha fallax*, *Spathidium spathula*, *Stylonychia mytilus* występują okresowo obniżenia podzielności oraz daleko posunięte zmiany fizjologiczno-morfologiczne prowadzące wreszcie do wymierania, które oznaczono szeregiem terminów, jak to: „dégénérescence sénile“ (MAUPAS '89), „physiologischer Tod“ (R. HERTWIG '04), „depression periods“ (CALKINS '02, '04). W okresach tych praca rzęsek jest zwolniona, liczne osobniki padają na dno naczynia, obserwacja mikroskopowa wykazuje, obok patologicznych częstokroć zmian kształtu ciała, zmiany wyglądu plazmatycznego: występowanie silnych ziarnistości, ściemnienie, zwakuolizowanie, zmiany jądra, ilości wodniczki i t. d.

We wczesnych swych pracach MAUPAS ('88, '89), R. HERTWIG ('00, '04) i CALKINS ('02, '03) stwierdzają zgodnie, że o ile w okresie depresji nie wystąpi konjugacja, kultura ostatecznie musi zginąć. Jednak CALKINS ('03) wyhodował 724 pokolenia *Paramecium aurelia* i chociaż w ciągu piętnastomiesięcznej hodowli cztery razy zauważył wystąpienie opisywanych powyżej zjawisk degeneracji, za każdym razem sztucznymi środkami udawało mu się kultury ożywić i pobudzić do dalszego rozwoju. Po raz pierwszy przez silne mechaniczne wstrząsy i mieszanie środowiska kultury, w drugim i trzecim przypadku przez zamianę pożywki sianowej na buljon mięsny, wreszcie w czwartym przypadku przez podniesienie temperatury. Na uwagę zasługuje fakt, że między okresami daleko posuniętej depresji, którą zwalczał wymienionymi środkami, występowały okresowo zmiany mniej wyraźne, związane zawsze z obniżeniem podzielności, jednak regulujące się automatycznie. Wkrótce potem ENRIQUES ('03) wykazał dla *Glaucoma scintillans*, że degeneracja kultur może być wywołana szkodliwym wpływem pewnych bakterij, opanowujących środowisko, i zaznaczył, że możliwe jest wyłączenie tego czynnika przez oczyszczanie i zmianę pożywki. Degeneracja jest więc jego zdaniem funkcją szkodliwych wpływów środowiska.

Istotnie, udało się WOODRUFFOWI ('07) przez odpowiedni dobór środowiska wyhodować kultury, w których po 4500 pokoleniach żadnych śladów depresji starszej nie było, chociaż okresowe występowanie zmniejszonej podzielności nie zostało z owych hodowli wyłączone.

WOODRUFF i BAITSSELL ('11) zbadali następnie wpływ temperatury na podzielność i stwierdzili, że jakkolwiek podzielność wzrasta z wzrostem temperatury w sposób właściwy dla reakcyj chemicznych, to nie da się tego powiedzieć o okresach obniżonego podziału, gdzie podniesienie temperatury nie wywoływało odpowiedniego wzmocnienia podzielności.

W ten sposób dowiedziono, że można uniknąć ostatecznej degeneracji w kulturach, że konjugacja nie jest wyłączną drogą do ożywienia hodowli, gdyż mogą ją zastąpić sztuczne środki pobudzające, że jednak w normalnej hodowli występują niezależne od warunków zewnętrznych zahamowania rozwoju, związane z obniżeniem podzielności.

W dalszym ciągu WOODRUFF ('11, '12, '13), prowadząc wieloletnie hodowle pojedynczych pierwotniaków w warunkach uniemożliwiających zupełnie konjugację, stwierdził, że *Paramaecium aurelia* co pewien czas dzieli się rzadziej, przyczem zjawisko to powtarza się w regularnych odstępach czasu, wynoszących od 4 do 6 tygodni, i po okresie obniżonej podzielności, obejmującym 5—10 pokoleń, podzielność wraca do normy. Nie ulegało wątpliwości, że w normalnej hodowli występują pewne rytmy rozwojowe, niezależne naogół, jak sądzi WOODRUFF, od warunków zewnętrznych.

W swej obszernej pracy WOODRUFF i ERDMANN ('14) stwierdzili u *Paramaecium aurelia*, że okresy zwolnionych podziałów wiążą się z reorganizacją całego aparatu jądrowego, przyczem zmiany zachodzące tutaj są powtórzeniem tego, co zachodzi w wycieczkach konjugujących. Jądro większe rozpada się na szereg fragmentów i stopniowo zanika. Jądra małe dzieli się każde na dwa, z pozostałych czterech jąder mniejszych trzy zanikają, a pozostałe dzieli się trzykrotnie, wobec czego występuje osiem jąder małych, z których cztery wyrastają i przekształcają się w jądra duże, cztery zaś pozostają jako jądra małe. Po dwukrotnym podziale wycieczka, gdy z jednego osobnika powstają cztery, każdy posiada normalny aparat jądrowy, ale zawierający tylko 1/32 część pierwotnego jądra małego. Cały proces nazwali autorowie *endomixis*; występuje w nim, zarówno jak w konjugacji, zupełna redukcja jądra dużego i wielkiej części jąder mniejszych, niema tylko wymiany i zlewania się jąder dwóch osobników sprzężonych. W przeciwieństwie do konjugacji proces ten nazwał R. HERTWIG ('14) partenogenezą.

R. HERTWIG ('14), CALKINS ('15, '16), WOODRUFF ('16, '17) potwierdzili, że rytmy zachodzą pomimo najlepszych warunków życiowych. Co pewien czas występuje zmniejszona podzielność, związana z całkowitą reorganizacją aparatu jądrowego i reorganizacja ta odgrywa prawdopodobnie jakąś bardzo ważną rolę życiową, być może o wiele ważniejszą od konjugacji. R. HERTWIG ('14) wskazuje, że konjugacja jest raczej pierwszym stopniem reorganizacji jądrowej, bowiem istnieje możliwość uniknięcia jej (rozdzielenie osobników, bodźce fizyko-chemiczne), podczas gdy zwykła reorganizacja, bez sprzężenia osobników, czyli *endomixis* jest koniecznością organizmu, zmuszonego do wyzbycia się nadmiaru produktów zaburzeń funkcjonalnych, nagromadzonych prawdopodobnie w jądrze. O ile to zjawisko nie nastąpi, wycieczki muszą zginąć. Analogiczny pogląd dla konjugacji wypowiedział już LOISEL ('03).

R. HERTWIG wraz z DOFLEINEM ('19) dopatrują się w tym procesie zjawiska śmierci częściowej (Partialtod), przy którym zamiera i zostaje wchłonięta przez organizm ogromna ilość substancji jądrowej. Dalsze badania WOODRUFFA i ERDMANN ('16) wykazały, że osobniki *Paramaecium*, pochodzące z różnych miejscowości Ameryki, umieszczone w jednakowych warunkach lub też hodowane w warunkach rozmaitych, np. w niejednakowym środowisku pokarmowym lub w naczyniach różnej wielkości, wykazywały występowanie rytmów mniej więcej w tym samym czasie; o ile nawet rozmnażanie się pewnej hodowli dzięki sprzyjającym warunkom było szybsze niż innej, to pomimo rozmaitej liczby pokoleń w między-

czasie, reorganizacja wystąpiła w tym samym terminie. Okresowość reorganizacji byłaby więc wyrazem rytmiki wewnętrznej, niezależnej od liczby pokoleń, lub warunków otoczenia. Jednak JOLLOSOWI ('16) udało się wywołać rozpad jądrowy przez odpowiednio dobrane zmiany chemiczne środowiska, temperatury, wielkości naczyń i t. p. Np. zaniedbanie kultury, dodanie słabego roztworu amonjaku może wywołać przyspieszenie rytmu; za pomocą tej ostatniej metody zmuszał nawet pierwotniaki do reorganizacji aparatu jądrowego co trzy dni. Odwrotnie, stosując dogodne warunki hodowli, zwłaszcza dużą stosunkowo ilość cieczy hodowlanej, osiągnął JOLLOS odsunięcie reorganizacji jądrowej o 168 pokoleń w krańcowym przypadku. Ciekawe jednak, że u *Paramecium aurelia* w żadnym razie nie udało mu się endomiksji uniknąć.

Wreszcie YOUNG ('17, '18), powołując się na własne obserwacje, związane z analizą materiałów, które operuje WOODRUFF, przytaczając jednocześnie argumenty POPOFFA ('09) i SUNA ('12), wskazuje, że nie zawsze najniższa podzielność wiąże się z reorganizacją jądrową, podkreśla, że może ona być związana raczej ze wzrostem podziałów. Sama *endomixis*, z którym to terminem zresztą nie zgadza się JOLLOS ('16), ze względu na brak mieszania się substancji jądrowej, jak przy konjugacji, nie koniecznie musi być związana z odmłodzeniem, może ona mieć zupełnie swoiste znaczenie. Zdaniem jego prace dotychczasowe nie rozwiązały, ani ostatecznie nie wyjaśniły tego niezwykle ciekawego procesu.

Zjawisko jest tembardziej zagadkowe, że u blisko sobie pokrewnych gatunków mogą pod tym względem panować zupełnie różne stosunki. Np. *Paramecium calkinsi*, w trzynastomiesięcznej hodowli SPENCERA ('24), wykazuje wprawdzie okresowe wahania podzielności, ale nie endomiksję lub konjugację. Podobnie *Histrio complanatus* według DAWSONA ('26) nie wykazuje endomiksji, jakkolwiek podzielność tego wycoczka waha się okresowo. Z drugiej strony brak wszelkiej rytmiki u całego szeregu gatunków zdaje się zaprzeczać ważnemu życiowemu znaczeniu endomiksji.

Wszystkie te fakty można streścić w kilku punktach:

- 1°. W hodowlach niektórych wycoczków istnieją samorzutne niezależne od warunków zewnętrznych okresy depresyjne, związane z reorganizacją aparatu jądrowego.
- 2°. Reorganizacja jądrowa jest koniecznością organizmu, jej brak powoduje śmierć kultury.
- 3°. Proces reorganizacji występuje w regularnych odstępach czasu i ogarnia zawsze całą kulturę.
- 4°. Przebieg procesu rozpadu poznany został szczegółowo tylko dla *Paramecium aurelia* i odpowiada ściśle reorganizacji jądrowej podczas konjugacji.

Obserwując przeszło od roku kultury *Paramecium caudatum*, poczyniłem szereg spostrzeżeń, co do których nie znalazłem danych w literaturze, a rzucających pewne światło na powyższe zagadnienia.

W szczególności praca niniejsza dotyczy:

1°. Przebiegu rozpadu jądrowego u *Paramaecium caudatum* zarówno w pojedynczych osobnikach, jak w kulturach masowych.

2°. Sprawy rytmiki rozpadu i jej zależności od czynników zewnętrznych.

3°. Związku procesów rozpadowych z depresjami oraz ich konieczności dla ustroju.

M e t o d y k a.

Czyste kultury *Paramaecium caudatum* założyłem w listopadzie 1926 r. biorąc pojedynczego pierwotniaka ze starych kultur laboratoryjnych. Hodowlę masową prowadziłem początkowo na zwykłym wywarze sianowym, przegotowywanym od 5-ciu do 15-tu minut. Dopiero w kwietniu 1927 r., dla ujednostajnienia środowiska pokarmowego, przeszedłem do pożywki bakteryjnej czystej. Założyłem w tym celu czyste kultury *Bacterium Coli*, które hodowałem na mięsno-peptonowym agarze. Probówki z kulturami trzymałem 48 godzin w termostacie w 37° C, następnie, po godzinnem wystudzeniu w temperaturze pokojowej do 18° C, zmywałem bakterje zwykłą wodą wodociągową i tę zawiesinę dodawałem wprost do czystej wody wodociągowej, w której znajdowały się wymoczki. Upřednio szereg doświadczeń z zawiesinami bakteryjnymi o rozmaitem stężeniu wskazał, jakie stężenia są najkorzystniejsze. Zawiesiny, w których przy pomocy kamery THOMA-ZEISSA obliczałem zawartość bakteryj w 1 mm³, można było dość ściśle kontrolować. W ten sposób operowałem w moich kulturach stosunkowo znaczną jednolitością warunków pokarmowych. Dla uplastycznienia, jak daleko można posunąć w ten sposób jednolitość warunków, posłużył szereg liczb podanych w tabeli I. Wyjściową ilością pierwotniaków we wszystkich tych próbach było 25 osobników, wydobytych z pierścienia geotropijnego w rurze napełnionej wodą. Wszystkie porcje osobników umieszczałem w jednakowych 15 cm³ naczyniach w 1 cm³ wody + 1 cm³ pożywki o określonym stężeniu bakteryjnym. Naczynka zamykałem korkami z waty i umieszczałem w termostacie w 22 — 23° C. Po 2, 4, 6 dobach otwierałem dwa naczynia każdej serji, utrwalając pierwotniaki i dokładnie je obliczałem. W tabeli I podaję dla każdego stężenia zawiesiny bakteryjnej liczbę pierwotniaków w 2 cm³ cieczy, w dwóch naczyniach serji. Stosunkowo znaczna zgodność ilości osobników każdej pary naczyń jest miarą jednolitości warunków, zaś podzielność dla każdego stężenia wskazuje nie tylko stopień skuteczności stosowania danego stężenia, ale także kiedy i w jakim stopniu należało środowisko odświeżać, aby utrzymać jednolitość warunków. Ostatecznie używałem do hodowli słoików o objętości 200 cm³, zawierających 150 cm³ kultury o stężeniu 75000 bakteryj w 1 mm³. Jakkolwiek stężenie to nie daje maksymalnej liczby osobników w porównaniu z innymi, to jednak mnożenie się wymoczków jest w niem najbardziej równomierne.

Środowisko kultury odświeżałem co dwa dni. W tych warunkach, o ile nie zaniedbywać słoików, kultury prosperują bardzo dobrze przez czas nieograniczony. O hodowli pojedynczych pierwotniaków będę mówił później, poprzestanę tu jedynie na stwierdzeniu, iż hodowanie pojedynczych osobników w środowisku *B. Coli* na szkiełkach wydrążonych jest o wiele łatwiejsze, niż w pożywce sianowej.

Tabela I.

Ilość osobników w środowisku *B. Coli* o rozmaitem stężeniu po 2, 4, 6 dniach.
Number of individuals in suspensions of B. Coli of different concentration after 2, 4, 6 days.

Czas w dobach <i>Days</i>		Zawartość bakterij w 1 mm ³ <i>Number of bacteria in 1 mm³</i>							
		25000		75000		125000		175000	
		1	2	1	2	1	2	1	2
2	Ilość osobników	366	390	224	262	197	168	127	179
4		583	567	1396	1665	1872	2039	2428	2786
6	<i>Number of individuals</i>	486	519	1686	1620	3476	4000	6680	6770

Preparaty stałe utrwaliałem kwasem pikrynowym, barwiłem sposobem stosowanym przez ZWEIBAUMA (12): Boraxcarmin + Methylgrün w stosunku 1:2, i 1:4. Dokonałem uprzednio szeregu prób z barwikami jądrowymi i utrwalaczami; dla wczesnych stadij rozpadu Boraxcarmin po utrwaleniu w kwasie pikrynowym, po bardzo silnem przebarwieniu (48 godzin), a następnie długotrwałem różnicowaniu zakwaszonym alkoholem, daje naogół zadawalające wyniki¹⁾. Jednak w dalszych stadiach metoda ta nie da się zastosować. W okresie *climax* najlepiej barwi stosowana przez ZWEIBAUMA mieszanina Boraxcarmin i Methylgrün, bowiem różnicuje jądra małe, szczególnie te, które są przeznaczone do wytworzenia jąder dużych. Należy jednak utrwalac materiał kwasem pikrynowym, nie zaś sublimatem, jak czynił ZWEIBAUM. Metoda ta ma jednak poważny brak, bowiem alkohole wymywają znacznie Methylgrün i dlatego najlepiej jest po jednorazowem krótkim przemyciu wodą destylowaną przenosić pierwotniaki do 70% alkoholu, poczem oglądać preparaty w glicerynie: intensywne zróżnicowanie zabarwienia jest łatwo na pierwszy rzut oka uchwytne, preparaty takie jednak po kilku tygodniach blakną.

W obserwacjach dorywczych stosowałem Methylgrün w 10% kwasie octowym.

Charakterystyka badanej kultury.

W ciągu moich badań miałem do czynienia z wieloma kulturami, hodowanymi w rozmaitych warunkach pokarmu i temperatury. Z nich jedną w sierpniu 1927 r. poddałem bardzo szcze-

¹⁾ Tę metodę zawdzięczam p. dr. PRZESMYCKIEMU.

gółowej obserwacji w celu ustalenia figur normalnego podziału i oznaczenia dokładnego czasu trwania tego zjawiska. Stwierdziłem wówczas, że w poszczególnych osobnikach aparat jądrowy ulega całemu szeregowi przeobrażeń, które przypominały znane z literatury zjawisko reorganizacji jądrowej. Sądząc, że mam do czynienia z jednym z rytmów, oczekiwałem, że po szeregu pokoleń nastąpi unormalizowanie aparatu jądrowego. Jednak w ciągu sierpnia przy każdej obserwacji utrwalonych preparatów znajdowałem pewien procent pierwotniaków z jądrem rozpadowym. Pozatem hodowla nie wykazywała jakichkolwiek anomalij, jak to wynika z poniższej charakterystyki.

Wycieczki wskazanej kultury są dość drobne: wielkość ich nie przekracza nigdy 200 mikronów, przeciętnie wynosi 170 mikronów. Wycieczki innych kultur, które wymierzyłem dla porównania, miały 230 do 260 mikronów. Przeciętna szybkość ruchu w środowisku bakteryjnym w temperaturze 18 — 20° C wynosi 0.9 — 1.1 mm/sek., w środowisku sianowem 0.5 — 0.9 mm/sek. Szybkość ruchu innych kultur, w których nigdy nie widziałem rozpadu, wynosi średnio 1.2 mm/sek. Stosunkowo mniejsza szybkość ruchu osobników kultury rozpadowej zależy prawdopodobnie od ich mniejszych wymiarów. Rzeczywiście wycieczki duże, 260 — 270 mikronowe, w kulturze normalnej wykazują szybkość 1.5 mm/sek., podczas gdy wycieczki mniejsze 230 — 250 mikronowe z tego samego środowiska wykazują już szybkość tylko 1.2 mm/sek. Wycieczki kultur rozpadowych, których wielkość nie przekracza 200 mikronów, wykazują też odpowiednio mniejszą szybkość. Szybkość ruchu w okresie rozpadu aparatu jądrowego pozostaje niezmienną. Gdy natychmiast po wymierzeniu szybkości poszczególnych osobników utrwalam je, aparat jądrowy w wielu razach okazywał się w stanie rozpadu, a jednak przeciętna szybkość ruchu tych osobników odpowiadała najzupełniej średniej szybkości osobników z jądrami normalnymi.

W małych kroplach wody ruchy pierwotniaków we wszystkich okresach badania kultury, niezależnie od obecności mniejszego lub większego procentu osobników o jądrze rozpadowym, odpowiadają ściśle prawom odbicia, opisywanym przez DEMBOWSKIEGO ('23).

Obserwacja mikroskopowa „in vivo“ wskazuje równomierne zabarwienie przezroczystej protoplazmy. Stopień przezroczystości

jest w środowisku *B. Coli* nieco większy, niż w sianowym, co w znacznym stopniu zależy od zabarwienia własnego wodniczków pokarmowych. Cechy mikroskopowe protoplazmy pierwotniaków mojej kultury rozpadowej nie różniły się od wyglądu protoplazmy osobników innych kultur.

Pulsowanie wodniczków tętniących w środowisku sianowym jest powolniejsze, niż w środowisku *B. Coli*. Przeciętny okres skurczu wodniczka przedniego w środowisku sianowym w temperaturze pokojowej 18 — 20° C wynosi od 7 do 9 sek., tylnego od 7.3 do 9.5 sek., w środowisku *B. Coli* w tej samej temperaturze okres przedniego wodniczka trwa 5.5 — 6.5 sek. tylnego 6.2 — 6.8 sek. W kulturach, w których nigdy rozpadu nie obserwowałem, przeciętny czas trwania skurczu wodniczków przedniego i tylnego jest większy. Tak więc w środowisku *B. Coli* wodniczek przedni wykonywa jeden skurcz na 8.5—9 sek., wodniczek tylny na 8.7—9.4 sek. W pożywce zaś sianowej wodniczek przedni wykonywa jeden skurcz średnio na 9.0—9.2 sek., tylny na 9.2—9.6 sekund. W okresie rozpadowym zmian w tętnie wodniczków, któreby przekroczyły podane granice, nie spostrzegłem. W kilkudziesięciu jednak przypadkach zaobserwowałem przyśpieszenie tętna, gdzie tętno wodniczka przedniego wynosiło 1 skurcz na 5 sek., tylnego 1 skurcz na 6.2 sek. W całym szeregu obserwacji wymoczek po wymierzeniu tętna jego wodniczków, został utrwalony i zabarwiony. Mogłem stwierdzić w ten sposób, iż jakiegokolwiek wyraźnej różnicy tętna u osobników normalnych i o jądrze rozpadowym niema.

W celu oznaczenia liczby tworzących się wodniczków pokarmowych w rozmaitych okresach hodowli, przedsięwziąłem cały szereg doświadczeń. Karmiłem pierwotniaki stężoną zawiesiną *B. Coli*, pożywką sianową, zawiesiną tuszu i karminu. Przytaczam tu otrzymane wyniki dla dwóch stanów kultury rozpadowej. Gdy kultura zawierała 3% osobników o jądrze rozpadowym, po 15 minutowym pobycie w tuszu pierwotniaki utworzyły przeciętnie 7 wodniczków (kultura kontrolna normalna 6.6 wodniczków). Po 30 minutach w tuszu — 7 (kontrolna 7.1). W karminie po 15 minutach utworzyły 10 — 15 (kontrolne 16), po 30 minutach było 17 — 22 (kontrolne 19 — 20). Ta sama kultura w okresie silnie wzmożonego rozpadu, gdy około 70% osobników miało aparat jądrowy w stanie reorganizacji, dała ten sam wynik. Po 30 minutach wymoczek utworzyły: w tuszu 6 wodniczków (kon-

trolne 5.3), w karminie 21.5 (kontrolne 19). W środowisku *B. Coli* liczby wodniczków wypełnionych bakteriami zarówno w okresie rozpadowym, jak normalnym są prawie dokładnie te same. Poszczególne osobniki utworzyły od 8 do 11, przeciętnie 9.6 wodniczków. Kultury, z którymi pracuję, charakteryzują się, na co kładę nacisk, we wszystkich okresach równomierną zdolnością do tworzenia wodniczków, których ilość jest, zresztą w jednakowej mierze dla wszystkich, zależna od jakości podawanej substancji, co ilustruje ilość wodniczków w tuszu i w karminie.

Wymoczeki zawierają znaczną ilość kryształów fosforanu wapnia, rozpuszczalnych w słabych roztworach kwasu octowego. Pomędzy mniejszemi kryształkami, rozrzuconemi w plazmie, widnieją duże, umieszczone w otoczkach. W każdym osobniku można widzieć od 3 do 7 większych kryształów, ilość ich jednak, zarówno jak wielkość, ulega nieznacznym, trudno dającym się ustalić wahaniom, w każdym razie wahania te nie stoją w żadnym związku ze stanem normalnym czy rozpadowym kultury. Duża ilość kryształów jednakowo często występuje w osobnikach normalnych, jak w osobnikach o jądrze rozpadowym. Pierwotniaki, umieszczone w wysokich wąskich naczyniach, szybko tworzą charakterystyczne skupienia geotropijne. W słoikach na pożywce *B. Coli* bakterje opadają ku dołowi i wymoczeki podążają za nimi; o ile słoiki z termostatu (temp. 22°) przenosiłem na okno, gdzie temperatura wahała się od 8 do 10° C, obserwowałem charakterystyczny pierścień z pierwotniaków, obsiadających ścianki naczynia tuż koło dna, nie zaś pod powierzchnią cieczy, jak to obserwujemy w środowisku wywaru sianowego. Po przeniesieniu słoika do termostatu, pierścień ten zniknął już po 30 — 60 minutach. Wszystkie te szczegóły najzupełniej odpowiadają zachowaniu się pierwotniaków normalnych kultur w tych samych warunkach. W okresach wzmożonego rozpadu jądrowego nie ulegają one żadnej zmianie.

Pojedyncze pierwotniaki w kropli pożywki na szkiełkach wydrążonych, trzymany w komorze wilgotnej, dzielą się raz w ciągu doby w temperaturze 15 — 18° C. Nieliczne wyjątki z tej reguły zostaną omówione specjalnie (str. 106).

Podniesienie temperatury zwiększa podzielnosc. Już w granicach od 20 do 24° C występują w ciągu doby dwa podziały, co stwierdziłem w 70% przypadków. W okresach wzmożonego

rozpadu stosunki są te same, jakkolwiek pewne niże zahamowanie podzielności zanotowałem kilkakrotnie.

W kulturze masowej, nawet bardzo dobrze prosperującej, niema mowy o 100 procentowym podziale w ciągu doby. Liczne doświadczenia i kilkakrotne przez całą dobę trwające obserwacje wskazują, iż podzielność w ciągu doby nie przekracza 25%, co dotyczy w tym samym stopniu kultury zarówno normalnej, jak i rozpadowej.

Przebieg rozpadu w kulturach masowych.

Obserwacje poniższe dotyczyły kultur, które stale odznaczały się obecnością pewnego procentu pierwotniaków, posiadających aparat jądrowy w stanie rozpadu. Liczba osobników rozpadowych wahała się w szerokich granicach, zależnie od okresu rozwoju kultury, od rodzaju pokarmu i temperatury. W celu zbadania wahań w procencie rozpadu oraz zależności jego od czynników zewnętrznych, wybrałem cztery jednakowe naczynia o pojemności 200 cm³, zawierające 150 cm³ kultury; z nich dwa pozostawiłem w temperaturze pokojowej, wahaającej się w ciągu doświadczeń od 15 do 20° C, dwa zaś umieściłem w termostacie w temperaturze stałej 22° C. W jednym słoiku danej pary pożywką był wywar sianowy, w drugim *B. Coli*.

Codziennie z każdego naczynia, po lekkim zamieszaniu, odlewałem do rurek wirówki próbkę kultury, zawierającą 150—300 osobników i po odwirowaniu pierwotniaków obliczałem procent osobników rozpadowych w każdej próbce. Obserwacje te prowadziłem codziennie od 20 listopada 1927 r. do 20 marca 1928 r. Wyniki otrzymane podaję w tabeli II, która zawiera przeciętny procent rozpadu dla okresów pięciodniowych (zestawienie szczegółowe podaję w końcu pracy na str. 120).

Jak widać z liczb, mamy do czynienia z procesem o zmienności nateżenia: rozpad osiąga pewne minima i maksyma, dające się ująć w okresy, powtarzające się co 25—35 dni. Liczby podane w tej tabelce są średnimi arytmetycznymi obserwacji pięciodniowych, największy jednak procent jąder rozpadowych, jaki w tej serii miałem, był 80% (26 grudnia w kulturach pokojowych w środowisku *B. Coli*). Najniższa wartość w kilku przypadkach wyniosła 1% lub nieco poniżej. Naogół jednak w środowisku *B. Coli* w kulturach zawsze można znaleźć 1 do 5% osobników

z jądrami rozpadowemi. Cechę tę, jako wyróżniającą daną hodowlę pierwotniaków, podkreślam specjalnie.

Natomiast w środowisku wywaru sianowego procent pierwotniaków z jądrami rozpadowemi po każdym okresie wzmożonego rozpadu spada do zera. Jednak w okresie odpowiadającym wielkiemu przyrostowi osobników rozpadowych w hodowlach na

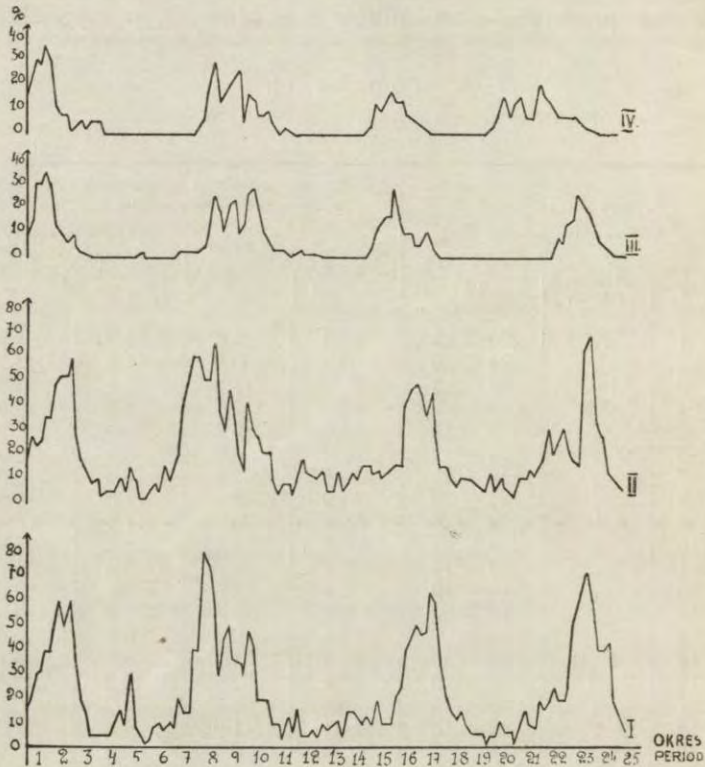
Tabela II.

Przeciętny procent rozpadu dla okresów pięciodniowych.
The average reorganization-rate for five days periods.

Okres pięciodniowy Five days periods			% osobników rozpadowych Percentage of reorganizing individuals			
			<i>B. Coli</i>		Wywar sianowy Hay infusion	
№	Miesiąc Month	Dzień — Day	15° — 20°	22.5°	15° — 20°	22.5°
1	XI	20 — 24	25.6	25.0	25.0	24.3
2	"	24 — 29	52.0	49.0	11.0	12.5
3	XI—XII	29 — 4	16.0	14.2	3.0	5.0
4	XII	4 — 9	8.0	7.4	0.0	0.0
5	"	9 — 14	11.0	5.2	0.6	1.3
6	"	14 — 19	7.2	8.6	0.0	0.0
7	"	19 — 24	19.6	37.0	0.6	0.0
8	"	24 — 29	57.0	53.4	14.0	14.6
9	XI—I	29 — 4	39.0	28.0	17.6	15.2
10	I	4 — 3	35.0	28.0	18.0	17.0
11	"	9 — 14	9.0	5.0	2.4	1.2
15	"	14 — 19	6.4	12.0	0.0	0.0
13	"	19 — 24	9.0	8.8	1.9	0.0
14	"	24 — 29	13.0	12.0	0.4	0.0
15	I—II	29 — 3	12.4	11.4	0.0	0.0
16	II	3 — 8	36.4	35.0	16.0	10.8
17	"	8 — 13	50.2	38.2	9.2	9.0
18	"	13 — 18	14.4	11.0	4.8	1.8
19	"	18 — 23	6.0	8.2	0.0	0.9
20	"	23 — 28	6.2	6.0	0.0	1.2
21	II—III	28 — 4	12.0	12.2	0.0	8.0
22	III	4 — 9	20.0	21.2	0.0	12.0
23	"	9 — 14	53.0	41.3	5.4	8.0
24	"	14 — 19	56.0	48.0	—	—

B. Coli wzrasta także liczba pierwotniaków rozpadowych w kulturach sianowych, lecz tu procent rozpadu nie jest tak wysoki, jak w pożywkach *B. Coli*. We wszystkich hodowlach maksimum rozpadu zachodzi mniej więcej jednocześnie. Z porównania kultur pokojowych (wahania temperatury $\pm 5^{\circ}$) i termostatowych (temperatura 22.5°) wynika, że zmiany temperatury w tych granicach nie wpływają na procent rozpadu w sposób wyraźny.

Do pewnego stopnia, stała temperatura obniża procent rozpadu, ale rytmika zmian w kulturach termostatowych jest zupełnie niemal identyczna ze zmianami w kulturach pokojowych. Stosunki te występują wyraźnie na załączonych krzywych, wykre-



Rys. 1. Na osi x — kolejne okresy 5-dniowe, na osi y — procent osobników rozpadowych. I — pożywka *Bacterium Coli*, temperatura 15—20°, II — *B. Coli*, 22.5°, III — wywar sianowy, 15—20°, IV — wywar sianowy, 22.5°

Horizontal numbers correspond to 5-days periods, vertical ones to the percentage of reorganizing individuals. I — culture fed on B. Coli, temperature 15—20°, II — B. Coli, 22.5°, III — hay infusion, 15—20°, IV — hay infusion 22.5°.

ślonych na zasadzie przytoczonych w końcu pracy (str. 120) obliczeń codziennych. Krzywa I przedstawia procent rozpadu w temperaturze 15—20° C w pożywce *B. Coli*. Krzywa II odpowiada temperaturze 22.5° C w pożywce *B. Coli*. Krzywa III w temperaturze 15—20° C w wywarze sianowym. Krzywa IV w temperaturze 22.5° C w wywarze sianowym.

W przeciwieństwie do niewielkich wahań temperatury, zmiana pokarmu wpływa całkowicie na charakter kultury, czynnik pokarmu stosowanego w hodowli jest decydujący. Pożywka *B. Coli* podnosi i wzmacnia tendencję rozpadu, środowisko zaś sianowe ją tłumi. Wielokrotnie stwierdziłem, że o ile w okresie wzmożonego rozpadu przenosiłem pierwotniaki ze środowiska *B. Coli* do sianowego, procent osobników rozpadowych malał bardzo szybko. Tabela III ilustruje wahania liczby pierwotniaków rozpadowych bezpośrednio po przeniesieniu z pożywki *B. Coli* do pożywki sianowej. W styczniu procent pierwotniaków rozpadowych w środowisku *B. Coli* i sianowym maleje, ale spadek jest o wiele szybszy w pożywce sianowej. W lutym, w pełni okresu rozpadowego, pierwotniaki przeniesione ze środowiska *B. Coli* do wywaru sianowego bardzo szybko przywracały normalny stan jądra, jakkolwiek procent osobników rozpadowych w *B. Coli* wzrastał.

Tabela III.

Wahania % pierwotniaków rozpadowych po przeniesieniu ze środowiska *B. Coli* do pożywki sianowej.

Fluctuation of the percentage of reorganizing individuals after the transportation from B. Coli into hay infusion.

D a t a D a t e	Day Month	5 I	6 I	7 I	8 I	9 I	6 II	7 II	8 II	9 II	10 II	11 II
% osobników rozpadowych	<i>B. Coli</i>	48	42	30	30	22	40	46	49	47	58	35
Percentage of reorganizing individuals	Wywar siana Hay infusion	48	30	24	10	5	40	35	20	16	10	7

Gdy zaś 28 lutego, odwrotnie, z kultury sianowej przeniosłem pierwotniaki do środowiska *B. Coli*, w ciągu następujących po sobie dni procent osobników rozpadowych wynosił: 0, 0, 5, 9, 17, 19, 30, 48 i 80. Przyrost liczby pierwotniaków z jądrami rozpadowymi był bardzo szybki, i w czasie odpowiadającym normalnemu okresowi rozpadowemu było już 80% pierwotniaków o jądrami rozpadowymi, czyli nawet więcej, niż w innych kulturach z *B. Coli*. Przejście powtórne do siana znowu poczęło obniżać procent jąder rozpadowych. Powiedziałbym, że wywar sianowy normalizuje stan jądrowy pierwotniaków, jednak nie niszczy bynajmniej dążenia do rozpadu. Rozpad zostaje tylko zahamowany, aby powrócić samorzutnie w okresie wzmożonego

rozpadu w równoległych kulturach na *B. Coli*, oraz powrócić w szybkim tempie przy przeniesieniu do *B. Coli*. W tym ostatnim przypadku procent rozpadu staje się nawet wyższy niż kiedykolwiek.

W drugim przypadku, podanym w tabeli III widzimy (dane z miesiąca lutego), iż przeniesienie pierwotniaków ze środowiska *B. Coli* do wywaru sianowego powoduje zmniejszenie się procentu pierwotniaków rozpadowych, gdy pozostawienie ich w tym środowisku prowadzi do wzrostu procentu. Nie zaprzecza to danym tabeli II, w której maksimum rozpadu w środowisku *B. Coli* i w pożywce sianowej występuje prawie jednocześnie.

Bowiem wymoczki tabeli drugiej stale przebywały w pożywce sianowej, która jakkolwiek tłumi rozpad, nie może zniszczyć całkowicie okresowości zjawiska. W danym razie natomiast chodziło o przeniesienie wymoczków do środowiska pożywki sianowej, co stanowi tak silny bodziec, że przewyższa on nawet dążność kultury do wznowienia rozpadu.

Jeżeli pożywka *B. Coli* wpływa na zwiększenie procentu jąder rozpadowych, to albo złożył to muszę na karb pewnych toksycznych właściwości pożywki (chemizmy wzmagające rozpad, JOLLOS) dzięki bakterjom w niej zawartym, albo też odwrotnie—na karb tego, że stały charakter środowiska i jednolitość pokarmu wpływa na wzmoczenie rozpadu. Przypuszczenie pierwsze ma za sobą tę okoliczność, że specjalnie *B. Coli* są bardzo toksynotwórcze.

Przedsięwzięte w celu wyjaśnienia znaczenia pożywki *B. Coli* próby kontrolne nie potwierdziły jednak ani jednej, ani drugiej możliwości. Staralem się wywołać rozpad w świeżo założonych kulturach sianowych pierwotniaków normalnych, w których nigdy dotąd nie obserwowałem procesów rozpadowych, przez przeniesienie z nich osobników do środowiska kultur rozpadowych na *B. Coli*. Pomimo, iż teraz pierwotniaki znajdowały się w warunkach, powodujących w myśl przypuszczenia rozpad jądrowy, ich aparat jądrowy pozostał normalny. *B. Coli* w ciągu trzech tygodni nie przyczyniły się do wywołania rozpadu.

Wogóle muszę zaznaczyć, iż z wielu kultur *Paramaecium caudatum* różnego pochodzenia i hodowanych w różnych warunkach, w tej liczbie i na *B. Coli*, tylko kultura opisywana wykazywała stałą obecność osobników rozpadowych. W żadnej innej procesów endomiktycznych nigdy nie widziałem. Natomiast pier-

wotniaki opisywanej kultury zawsze i we wszystkich warunkach wykazywały wyraźną dążność do rozpadu i nigdy nie udało mi się zniszczyć jej całkowicie. Wobec tego pozostaje przypisać zjawisko rytmice wewnętrznej, którą warunki zewnętrzne mogą wzmacniać lub osłabiać, ale której nie mogą zniszczyć i która jest przywiązana do określonej kultury pierwotniaków.

Obok tych faktów należy zanotować, że we wszystkich okresach kultury rozpadowe różnią się od innych jedynie obecnością osobników o jądrach w stanie rozpadu, ale pozatem całe zachowanie się pierwotniaków jest najzupełniej normalne. Ruchliwość, wygląd plazmy, tętno wodniczków wydzielniczych, ilość wodniczków pokarmowych, kryształów fosforanu wapnia, wszystko to zmienia się w granicach, opisanych szczegółowo w ogólnej charakterystyce kultur, ale żadna z tych cech czy ich zmiana nie da się wyodrębnić jako specjalnie charakterystyczna dla danego okresu. W normalnym rozwoju kultury nie mamy więc do czynienia z jakimś spadkiem potencji życiowej. O wystąpieniu wzmożonego rozpadu świadczą tylko utrwalone i zabarwione preparaty, nie ponadto.

Jedynie sprawa podzielności wymaga specjalnego omówienia.

Aby zbadać zależność pomiędzy rozpadem a podzielnością w okresach wzmożonego rozpadu, umieszczałem na szkiełkach wydrążonych pojedyncze pierwotniaki w kropli środowiska *B. Coli*. Po upływie doby obliczałem osobniki podzielone i niepodzielone, a przez utrwalanie i barwienie konstatowałem stan jądra. W ten sposób zbadałem ogółem 659 osobników, z których w ciągu doby podzieliło się 411, dając 830 pierwotniaków. Pomędzy niemi znajdowało się 272 z rozpadowym aparatem jądrowym, co w stosunku do ogólnej liczby osobników podzielonych daje 33% zaś 558 osobników miało aparat jądrowy normalny. Nie podzieliło się 248, z nich 123 z jądrami rozpadowemi, co odpowiada 50%, i 125 normalnych. Wynikałoby stąd, że rozpad aparatu jądrowego wpływa hamująco na podzielność, albowiem wśród tych osobników, które się podzieliły, procent osobników rozpadowych jest wyraźnie mniejszy. Istotnie, 50% osobników niepodzielonych miało jądro rozpadowe, gdy wśród podzielonych procent ten wyniósł tylko 33. Jednakże szereg doświadczeń (tabela IV), dokonanych z oddzielnymi linjami pierwotniaków, o czem szczegółowo będę mówił w następnym rozdziale, wska-

zuje, iż mamy częstokroć 100 procent podzielności w ciągu doby przy 100 procentach rozpadu aparatu jądrowego. W ciągu doby pierwotniaki dzielą się, chociaż mają aparat rozpadowy, przyczem osobnik rodzicielski, zarówno jak osobniki potomne, mają aparat jądrowy zdeorganizowany. Niejednokrotnie powtarza się to w ciągu pięciu kolejnych pokoleń, z których każde wykazuje 100 procentową podzielność i 100 procentowy rozpadowy aparat jądrowy.

Wobec tego otrzymana powyżej 17 procentowa różnica liczby osobników rozpadowych w pewnym stopniu przynajmniej może zależeć od niezupełnej równomierności warunków hodowli. Jeśli reorganizacja aparatu jądrowego hamuje do pewnego stopnia podzielność, co wydaje się prawdopodobne, to jednak ta przeszkoda u *Paramaecium caudatum* jest o wiele mniejsza, niż u *P. aurelia*, gdzie podzielność zostaje zahamowana od 1.75 podziałów na 24 godziny w warunkach normalnych do 1 podziału w ciągu 36 godzin w okresie rozpadowym.

W wyniku, moja kultura rozpadowa wykazuje istnienie wyraźnych rytmów okresowych, związanych z rozpadem i reorganizacją aparatu jądrowego, nie wykazuje natomiast żadnych oznak depresji.

Jedynie podzielność w okresach wzmożonego rozpadu jest może nieznacznie osłabiona. Pod tym względem kultura posiada własności wręcz odwrotne do kultur *Histrio complanatus* i *Paramaecium calkinsi*, gdzie spadek podzielności jest wyraźny, zaś brak procesów endomiktycznych.

Przebieg rozpadu jądrowego w pojedynczych wymoczkach.

W okresie rozpadowym, gdy procent rozpadu wynosi od 60 do 80, pojedyncze pierwotniaki, po wyjęciu z kultury, były umieszczane na szkiełkach wydrążonych, w kropli środowiska *B. Coli*, odświeżanego codzień. Po podzieleniu się osobnika, jednego potomnego utrwaliałem i notowałem stan jądra, drugiego pozostawiałem do nowego podziału, poczem znowu jednego utrwaliałem i t. d. Innemi słowy, pierwotniaki wyjściowe posłużyły mi do szeregu linii, z których w każdej natychmiast po podziale jeden osobnik zostawał utrwalony. Ponieważ uprzednio we wszystkich obserwacjach stwierdziłem, iż zawsze obydwaj osobniki podziałowe posiadają jądra w jednakowym stanie, albo oba normalne

albo oba rozpadowe, pierwotniak utrwalony dawał mi obraz stanu jądra swojego partnera podziałowego. Wyniki z poszczególnych okresów są bardzo zgodne, wystarczy więc dla ilustracji podać jakąkolwiek jedną serję doświadczeń. Ogółem w okresach rozpadowych przerobiłem cztery serje doświadczeń, obejmujących od 20 do 25 linii każda. W tabeli IV podaję jedną serję, w której wystąpił typ rozpadu oznaczony literami „V, Z“, nie obserwowany ani razu w innych serjach.

Kolumny pionowe, oznaczone u góry literami, przedstawiają linje osobników, wyhodowanych z jednego osobnika każda. Liczba górna każdej kratki wskazuje, ile pierwotniaków znajdowało się na szkiełku na początku doby, litera N lub R oznacza, że jeden z osobników pary utrwalony i zabarwiony okazywał jądro normalne — N, lub rozpadowe — R, liczba dolna oznacza osobnika, który z danej pary pozostał do dalszych doświadczeń. Brak litery wskazuje, że podział nie zaszedł, żadnego więc osobnika nie utrwalono, liczba obok litery N lub R, że utrwalono więcej, niż jednego pierwotniaka.

W ciągu pierwszej doby po przeniesieniu na szkiełka dzieli się najwyżej 60% pierwotniaków. Odnosi się to, jak wykazały bardzo liczne doświadczenia, zarówno do pierwotniaków normalnych jak i rozpadowych, występuje także u pierwotniaków wziętych z kultury, w której nigdy rozpadu nie widziałem. Dopiero w następnych przenosinach pierwotniaki dzielą się coraz lepiej, jak gdyby wyraźnie przystosowywały się do warunków kropli.

W przytoczonej tabeli mamy do czynienia z rozpadem jądrowym, obejmującym od jednego do pięciu kolejnych pokoleń *Paramaecium*. Jak wynika z podanego poniżej przebiegu reorganizacji jądrowej, ten sam proces rozpadowy może rozciągać się na całe trwanie pokolenia *Paramaecium*. Podział zachodzi w trakcie samego rozpadu jądrowego. W rzadkich przypadkach wydaje się, że regulacja aparatu jądrowego może obejmować nawet dwa pokolenia, jak to normalnie zachodzi u *Paramaecium aurelia*. Jednak istnienia większej ilości pokoleń z jądrami rozpadowymi nie możemy wytłumaczyć inaczej, jak stwierdzeniem, że w danej linii pierwotniaków kilkakrotnie następuje reorganizacja aparatu jądrowego, to znaczy, że po kompletnem zreorganizowaniu jądra występuje natychmiast nowa reorganizacja, która może się powtarzać w ciągu kilku pokoleń, poczem do-

piero następuje ostateczna normalizacja jądra. Tabela IV wskazuje, że w ciągu danego okresu rozpadowego nie wszystkie pierwotniaki i w niejednakowy sposób reorganizują swój aparat jądrowy. Mielibyśmy tu do zanotowania kilka typów rozpadu:

1^o. Po szeregu pokoleń z jądrami normalnymi zjawia się pokolenie z jądrem rozpadowym (I, R, Y.), po pierwszym podziale aparat jądrowy wraca do normy i w dalszym ciągu linja obserwowana charakteryzuje się aparatem jądrowym normalnym.

Tabela IV.

Występowanie reorganizacji w czystych liniach.
The appearance of the reorganization process in pure lines.

Doby Days	A	B	C	D	E	F	G	H	I	K	L	M	N	O	P	R	S	T	V	Z	Y
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
2	2 N 1	2 N 1	1	1	1	1	2 R 1	1	2 N 1	1	1	2 R 1	2 R 1	2 R 1	2 R 1	2 N 1	2 N 1	2 N 1	2 N 1	2 R 1	2 N 1
3	2 N 1	2 R 1	1	2 R 1	1	1	2 R 1	2 R 1	2 N 1	2 R 1	2 R 1	1	2 R 1	2 R 1	2 R 1	2 N 1	2 N 1	1	2 R 1	2 N 1	2 N 1
4	2 R 1	2 R 1	2 R 1	4 2R 2	2 N 1	2 R 1	2 R 1	2 N 1	2 R 1	2 R 1	4 2R 1	2 R 1	1	2 N 1	4 2N 1	2 R 1	2 N 1	2 N 1	2 N 1	2 N 1	2 N 1
5	2 R 1	2 R 1	2 R 1	3 4N 4	2 N 1	2 R 1	1	2 N 1	2 N 1	1	4 2N 2	2 N 1	2 N 1	2 N 1	4 2N 2	2 N 1	2 N 1	2 N 1	2 N 1	2 R 1	2 N 1
6	2 R 1	2 R 1	2 N 1	6 3N 3	2 N 1	2 R 1	1	2 N 1	2 N 1	2 R 1	4 2N 2	2 N 1	2 N 1	1	4 2N 1	2 N 1	2 N 1	2 N 1	2 R 1	2 N 1	2 R 1
7	2 R 1	2 R 1	2 N 1	6 4N 2	2 N 1	2 N 1	2 N 1	2 N 1	2 N 1	2 R 1	2 N 1	2 N 1	2 N 1	2 N 1	2 N 1	2 N 1	2 N 1	2 N 1	2 N 1	2 N 1	2 N 1
8	2 R 1	2 N 1	2 N 1	4 2N 2	2 N 1	4 2N 2	2 N 1	2 N 1	2 N 1	2 R 1	2 N 1	2 N 1	2 N 1	2 N 1	1	2 N 1	2 R 1	2 N 1	2 N 1	2 N 1	2 N 1
9	2 N 1	2 N 1	2 N 1	4 3N 1	2 N 1	4 2N 1	2 N 1	2 N 1	2 N 1	2 N 1	4 2N 2	2 N 1	2 N 1	2 N 1	2 N 1	2 N 1	2 N 1	2 N 1	2 N 1	2 N 1	2 N 1
10	2 N 1	2 N 1	4 2N 2	2 N 1	2 N 1	2 N 1	1	2 N 1	2 N 1	4 2N 1	2 N 1	2N	4 2N 2	2 N 1	2 N 1	2 N 1	2 N 1	2 N 1	2 N 1	2 N 1	2 N 1

2^o. Po szeregu pokoleń z jądrami normalnymi występuje od 1 do 5 pokoleń z jądrami rozpadowymi (A, B, C, D, ...) poczem aparat jądrowy w następnych pokoleniach jest już zupełnie normalny.

3^o. Wreszcie możliwy jest jeszcze trzeci przypadek (V, Z), który obserwowałem tylko w jednej serji doświadczeń w dwóch liniach. Widzimy tutaj, że po szeregu pokoleń z jądrami normalnymi występuje jedno pokolenie rozpadowe, poczem mamy

dwa pokolenia z jądrami normalnemi, po których znowu występuje jedno pokolenie rozpadowe, wreszcie dopiero następne pokolenia wykazują aparat jądrowy normalny.

Czy występowanie tych różnych typów dałoby się ująć w karby jakiejś regularności, orzec na podstawie dotychczasowych doświadczeń nie mogę. Raczej skłaniam się do uznania pewnej przypadkowości zmian w następstwie aparatu normalnego i rozpadowego w okresie wzmożonego rozpadu. Ogólnie rzecz można, że w okresie tym *Paramaecium caudatum* wykazuje tendencję do kilkakrotnego powtórzenia rozpadu.

Reorganizacja aparatu jądrowego, figury rozpadowe.

Szczegółowa, opatrzona barwnymi tablicami praca WOODRUFFA i ERDMANN (14) dotyczy rozpadu jądrowego *Paramaecium aurelia*. Dla *Paramaecium caudatum* R. HERTWIG ('89), CALKINS ('04), POPOFF ('09) i DOFLEIN ('07) w swych pracach przytaczają pojedyncze stadją rozpadu, których jednak ani nie badają szczegółowo, ani też dokładnie nie omawiają ich znaczenia, częstokroć poprzestając na stwierdzeniu, iż mają do czynienia z patologicznym stanem aparatu jądrowego. WOODRUFF i ERDMANN podkreślają wielkie trudności metodyczne, związane z ustaleniem kolejności stadjów rozpadu, utrwaleniem i barwieniem. Zróżnicowanie barwne jądra dużego i jąder małych jest ogromnie utrudnione. W pierwszych stadjach rozpadu odróżnienie jest dosyć łatwe, ale w stadjum kulminacyjnym, nazwanem przez autorów amerykańskich *climax*, rozpoznanie jąder mikro między rozkawałkowaną pozostałością makro jest prawie niemożliwe.

WOODRUFF i ERDMANN nie zdołali też wyświetlić w sposób niewątpliwy dokładnego przebiegu przemian rozpadowych w okresie *climax*. Podają oni dla *Paramaecium aurelia* kilka różnych możliwych wersyj, nie decydując, czy sam proces może przebiegać niejednakowo, czy też trudności metodyczne doprowadziły do wyników niezgodnych. Trudności te wskazują, że tylko przez dobór odpowiedniej metody utrwalania i barwienia materiałów uda się je przynajmniej częściowo przezwyciężyć. Jednak nie tylko niewyraźna różnica zabarwienia mikro i makro stanowi trudność; największa trudność leży w braku dokładnego synchronizmu procesu w poszczególnych osobnikach. Na wymoczkach żywych figur rozpadowych dostrzec niepodobna, o utrwalonym zaś bardzo trudno jest powiedzieć, czy znajduje się we wcześniejszem, czy późniejszym stadjum rozpadu, niż inne osobniki.

Początkowo usiłowałem ustalić kolejność stadjów rozpadowych przez utrwalanie w odstępach 30 minutowych pojedynczych osobników, pochodzących z podziału jednego. W tym celu po podziale rozsażałem wymoczki do małych kropli na oddzielne szkiełka i w okresie rozpadowym

utrwaląłem je kolejno. Jednak, wskutek braku synchronizmu w początku i przebiegu procesu rozpadowego, ta żmudna metoda nie dała pozytywnych wyników. Uciekłem się więc do preparatów masowych: w ciągu pierwszej doby rozpoczynającego się wzmoczonego rozpadu utrwaląłem w odstępach dwugodzinnych większe porcje pierwotniaków, liczące od 100 do 300 osobników. Po wyrysowaniu różniących się od siebie typów figur rozpadowych, wyodrębniłem z nich pięć. Następnie, po obliczeniu wszystkich osobników rozpadowych w danej próbie, obliczałem procent poszczególnych typów w następujących po sobie preparatach. Z przewagi procentowej jednego typu w stosunku do drugiego mogłem wnioskować nie tylko o przypuszczalnej kolejności występowania stadów po sobie, ale w miarę zmniejszania się procentu lub braku jednych, a trwania drugich w kolejnych preparatach mogłem określać porównawczo względny czas trwania poszczególnych typów. Załączona tabela V ilustruje wynik obliczeń z dziesięciu doświadczeń w ciągu doby. Rzędy poziome tabeli zawierają procent osobników rozpadowych, przypadających na każdy typ w jednej obserwacji. Przesuwanie się maksimum w czasie w kierunku od I-go typu do V-go wskazuje, iż typy te występują kolejno po sobie. Ogółem zbadałem 50 preparatów w czterech okresach wzmoczonego rozpadu. Porównanie wyników z kilku okresów wzmoczonego rozpadu pozwoliło z wielkim prawdopodobieństwem, popartem zróżnicowaniami barwnymi preparatami, ustalić kolejność występowania po sobie poszczególnych stadów (rys. 2).

Proces rozpadowy rozpoczyna się w chwili, gdy jądro małe, tkwiące tuż obok dużego, często w zakłębnięciu tegoż, odsuwa się odeń wyraźnie (1), poczem dzieli się początkowo na dwa, z których każde niejednocześnie dzieli się powtórnie (2). Zamiast więc jednego jądra małego widzimy dwa, trzy, ostatecznie cztery kuliste regularne jądra małe (3, 4). W tym czasie jądro duże pęcznieje dosyć znacznie i stopniowo rozpada się na płaty, tkwiące początkowo w błonie jądrowej, lecz następnie po jej pęknięciu rozpadające się stopniowo na coraz większą ilość nieregularnych płatowatych fragmentów (1—4). Z czterech powstałych na nowo jąder małych trzy zatracają wyrazistość konturów — degenerują, rozpadają się i mieszają z coraz mniejszymi fragmentami wciąż rozdrabniającego się jądra dużego (5). Stadjum oznaczone cyfrą 5 nazwałbym fazą wielkiego rozproszenia. Jest to przejście do owego kulminacyjnego punktu rozpadu — *climax* WOODRUFFA i ERDMANN, gdy materiał jądra dużego rozproszony jest* w 18 — 25 fragmentach, miesza się i przysłania jądra małe. Żadna metoda barwienia nie pozwala w tem stadjum (6, 7) na orzeczenie z pewnością, który fragment jest częścią

makro, a który degenerującym, czy też świeżo tworzącym się mikro. O ile jednak u *Paramaecium aurelia* jeszcze w następnych stadiach nie dokładnego o dalszych losach mikro nie można powiedzieć, wobec czego WOODRUFF i ERDMANN zmuszeni byli do podania czterech możliwych wersji dalszego przebiegu rozpadu, o tyle u *Paramaecium caudatum*, dzięki zróżnicowanej metodzie barwienia, już w stadium 8 sprawa się wyjaśnia, gdyż w stadium 6 i 7 musiało się podzielić jedyne pozostałe jądro małe dwukrotnie. W stadium bowiem 8 mamy już wyraźnie zróżnicowane jądra małe, szczególnie przeznaczone na utworzenie jąder dużych w otoczeniu krańcowo rozkawałkowanego, składającego się

Tabela V.

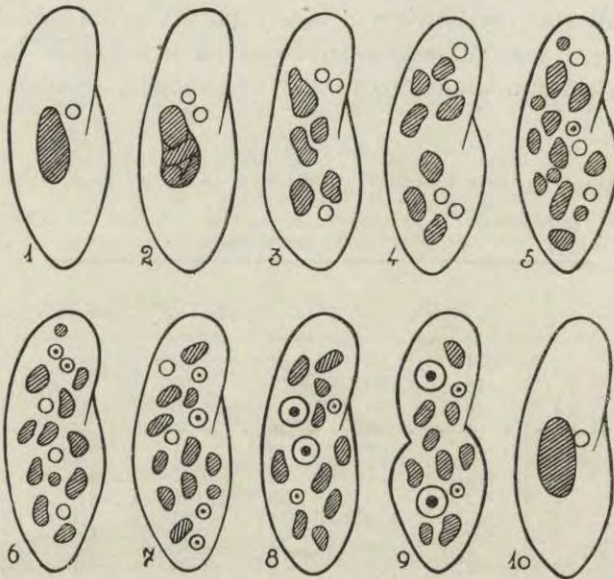
Procent typów w preparatach masowych i kolejność występowania w ciągu doby.

The percentage of types in mass preparations and their successive appearance during 24 hours.

Godz. Hour	T y p — T y p e				
	I	II	III	IV	V
9	51	23	21	5	—
11	48	30	12	10	—
13	30	30	9	25	6
15	15	28	30	21	3
17	3	17	22	41	15
19	12	17	24	37	10
21	3	10	39	36	18
23	—	—	21	64	5
1	2	—	38	48	12
3	1	12	10	70	5

z eliptycznych płatów, jądra większego. Okres ten, jak wynika z zestawień masowych preparatów, trwa najdłużej i kończy go rekonstrukcja jąder dużych, tworzących się na nowo z dwóch jąder małych, które pęcznieją i przybierają regularny kształt kuli, bardzo równomiernie zabarwionej na różowo. W tym stanie pierwotniaki trwają czas jakiś, poczem następuje podział na dwa osobniki (9), z których każdy posiada nowe jądro duże i małe obok niezupełnie zresorbowanych części starego jądra dużego, poczynających dopiero teraz zanikać ostatecznie. W poszczególnych osobnikach dopiero po nowym normalnym podziale resztki starego jądra znikają zupełnie i dla tej przyczyny przy obserwacjach oderwanych stadiów można wziąć osobnika ze zreorganizowanym już aparatem jądrowym za takiego, w którym

właśnie rozpoczyna się reorganizacja. Okoliczność ta tłumaczy, dlaczego preparaty masowe niekiedy sprawiają wrażenie, iż ten sam proces rozpadu trwa przez całe dwa pokolenia. Jednak proces resorpcji fragmentów makro nie może rozciągać się na okres dłuższy, jak dwa kolejne pokolenia. Dlatego też występowanie figur rozpadowych w ciągu 3–5 pokoleń, jak w tabeli IV, dowodzi, że reorganizacja może być kilkakrotna. Gdy więc



Rys. 2. Jądro duże jest zakreskowane. Krążki oznaczają *micronuclei* krążki z kropką odpowiadają tym *micro*, które są przeznaczone na wytworzenie nowego całkowitego aparatu jądrowego, krążki większe z kropką — nowo tworzące się jądro duże.

Fig. 2. The macronucleus is lined, the small circles mark the *micronuclei*, the same with a point correspond to the *micronuclei* destined to produce a new complete nuclear apparatus. The larger circles with a point mark a forming new macronucleus.

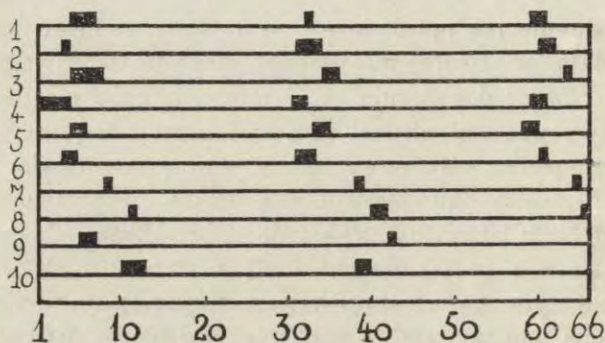
reorganizacja aparatu jądrowego jest dokonana, cały nowy aparat jądrowy zawiera $\frac{1}{4}$ pierwotnego mikro. Jeśli jednak natychmiast występuje nowa reorganizacja, świeżo powstający aparat jądrowy zawiera tylko $\frac{1}{16}$ część jądra pierwotnego, w miarę zaś nowych podziałów, średnio czterokrotnych, piąte pokolenie otrzymuje $(\frac{1}{4})^4$ część małego jądra pierwotnego. Fakt ten wskazuje na intensywność przemian, zachodzących w okresie reorganizacyjnym w pierwotniaku, i na ogromną potencję rozwojową, tkwiącą w jądrze małym.

Proces rozpadu w *Paramaecium caudatum* przebiega w analogiczny sposób jak u *P. aurelia*, zachodzące różnice związane są tylko z organizacją pierwotniaków. *P. aurelia*, obok jądra dużego, posiada dwa małe, gdy *P. caudatum* tylko jedno, stąd różnice w przebiegu rozpadu są raczej natury ilościowej, niż jakościowej. Jedyne okres *climax* u *P. aurelia* nasuwa cały szereg wątpliwości, szczegółowo omówionych przez WOODRUFFA i ERDMANN. W okresie tym, jak przypuszczają ci autorowie, z ośmiu jąder małych, rozrzuconych między licznymi fragmentami jądra dużego, albo siedem, albo sześć musi degenerować. O ile pozostaje tylko jedno jądro małe z ośmiu stadjum *climax*, byłoby ono tylko częścią jednego z pierwotnych mikro. Drugie zaś mikro, podobnie jak jądro duże, nie brałoby żadnego materialnego udziału w tworzeniu nowego aparatu jądrowego. Jeśli w okresie *climax* degeneruje sześć mikro, istnieje możliwość, że każde z dwu pozostałych jest częścią innego pierwotnego mikro. W tym przypadku cały nowy aparat jądrowy zawierałby w równej mierze części obu pierwotnych mikro. Przebieg rozpadu u *Paramaecium caudatum* wykazuje największe analogje z tym właśnie ostatnim przypadkiem. Stadjum *climax* u *P. caudatum* nie nasuwa tylu ewentualności, przedewszystkiem dlatego, że reorganizacja kończy się zawsze po pierwszym podziale osobnika. Stadjum 5 jest oczywiste i nie nasuwa żadnych wątpliwości, podobnie stadjum 8. Przejście zaś od 5 do 8 da się tylko w ten sposób pomyśleć, iż jedyne pozostałe w stadjum 5 jądro małe dzieli się dwukrotnie, dając cztery jądra, zróżnicowane w stadjum 8 na dwa przyszłe mikro i dwa makro. Po podziale wymocзка, jego aparat jądrowy dochodzi do normy.

Część ogólna.

Jak wynika z tabeli II (str. 101), pomiędzy okresami wzmożonego rozpadu jądrowego i wogóle w każdej chwili życia moich kultur rozpadowych zawsze można wykazać istnienie 1—5% osobników o jądrze w stanie reorganizacji. Maksymalny procent pierwotniaków rozpadowych w kulturach masowych wynosił około 80, nigdy jednak nie dochodził do 100. Zatem, okresowość zjawiska nie jest bezwzględnie dokładna i nigdy proces endomityczny nie ogarnia całej kultury naraz. Jeśli jednak zsumo-

wać wartości procentowe dla osobników rozpadowych w ciągu całego rytmu, a więc od jednego maksimum do drugiego (tab. II), to suma tych wartości jest zawsze większa od 100, co dotyczy zresztą tylko kultur na *B. Coli*. Wynika stąd, iż w ciągu jednego rytmu prawdopodobnie wszystkie osobniki kultury conajmniej raz jeden przechodzą reorganizację, ale proces ten nie zachodzi dokładnie synchronicznie. Należy odróżnić okresowość endomiksjii w kulturach masowych a w liniach indywidualnych. Istnieje możliwość, że w poszczególnych liniach proces rozpadu zachodzi w prawidłowych odstępach czasu, ale momenty reorganizacji dla różnych linii nie są jednoczesne.



Rys. 3. Występowanie reorganizacji w 10 czystych liniach w ciągu 66 dni.

Fig. 3. The appearance of the reorganization proces in 10 pure lines during 66 days.

W celu wyjaśnienia tej sprawy obserwowałem przebieg rozpadu jądrowego w 36 równoległych liniach *Paramecium* w ciągu przeszło dwóch miesięcy. Wymoczki były hodowane na szkiełkach wydrążonych w zawieszynie *B. Coli*. Po każdym podziale jeden z osobników pary zostawał utrwalony i zabarwiony, dając obraz stanu jądrowego swego partnera. Na rys. 3 linie poziome odpowiadają dziesięciu wybranym liniom *Paramecium*, zgrubienia przedstawiają trwanie procesu endomiktycznego. Poniżej podana jest skala w dobach. W 8 liniach obserwowano w ciągu tego czasu dwa całkowite okresy endomiktyczne, w 2 tylko jeden. Dla poszczególnych linii trwanie okresu reorganizacyjnego jest wielkością dosyć stałą, ale długość okresu różni się dla różnych linii.

W linii 1-ej pierwszy okres reorganizacyjny trwał 29 dni, drugi 27 dni, dla linii 2 wartości te wynoszą 28 i 29, dla linii 3—30 i 31 dni, dla linii 4—26 i 33 dni, dla linii 5—29 i 26 dni, dla linii 6—28 i 29 dni, dla linii 7—30 i 28 dni, dla linii 10—28 i 27 dni. Najkrótszy okres endomiktyczny wynosił 26 dni (linia 4), najdłuższy zaś aż 38 (linia 9). Rys. 3 dobrze ilustruje niejednoczesność występowania endomiksji w różnych liniach indywidualnych i nie ulega wątpliwości, że przy uwzględnieniu większej liczby linii, w każdej dobie rozwoju kultury w którejkolwiek linii będzie zachodziła reorganizacja. Kulturę masową należy uważać za zbiorowisko olbrzymiej liczby linii indywidualnych, z których każda zachowuje swój własny rytm procesów rozpadowych. Przez sztuczną kombinację odpowiednich linii udałoby się zapewne zupełnie zniszczyć okresowość endomiksji w odniesieniu do kultury masowej, przy jednoczesnym zachowaniu jej prawidłowej okresowości w poszczególnych liniach.

Ponieważ wszystkie indywidualne linie danej kultury żyją w tem samym środowisku i ulegają wpływowi tych samych warunków zewnętrznych, należałoby wnosić o znacznym stopniu uniezależnienia terminów rozpadu od środowiska zewnętrznego. Jednak pewne zależności występowania reorganizacji od warunków zewnętrznych istnieją na pewno. Specjalne obserwacje, dokonane w liniach indywidualnych, wykazały, że częstokroć w dwóch liniach równoległych, pochodzących z jednego i tego samego osobnika, reorganizacja nie jest jednoczesna. Pewien synchronizm istnieje w osobnikach, pochodzących z pierwszego lub drugiego podziału, ale później, w miarę narastania różnic indywidualnych, jednoczesność staje się coraz mniej wyraźna, nie tylko w samym przebiegu reorganizacji, ale i w terminie wystąpienia reorganizacji. Niejednokrotnie stwierdziłem, że w kulturach młodych, pochodzących z jednego osobnika, w okresie wzmożonego rozpadu procent pierwotniaków rozpadowych wzrasta do 90, zaś w okresach międzyrozpadowych spada do drobnego ułamka. Jednak w kulturach starszych synchronizm zawsze jest mniej wyraźny.

Zależność występowania reorganizacji jądrowej od warunków zewnętrznych wynika następnie z decydującego wpływu jakości pokarmu, względnie—środowiska bakteryjnego. W środowisku pożywki sianowej (tab. II) procent osobników endomik-

tycznych jest znacznie niższy, niż w środowisku *B. Coli*, i w okresach międzyrozpadowych spada do zera. Ponadto, suma procentów wszystkich osobników rozpadowych w czasie całkowitego rytmu jest zawsze znacznie niższa od 100, czyli nie wszystkie linie kultury ulegają reorganizacji. W moich doświadczeniach wpływ pożywki sianowej, wybitnie zmniejszający procent osobników rozpadowych, okazał się odwracalny, gdyż ponowne przeniesienie do *B. Coli* przywracało pierwotny procent rozpadu. Oznacza to, że pożywka sianowa tłumy w znacznym stopniu procesy rozpadowe, jednak nie zmienia tendencji wymoczków do reorganizacji jądrowej. Uważam za możliwe, iż moja kultura rozpadowa nabrała swoich cech charakterystycznych pod wpływem długotrwałej hodowli w wysoko toksycznym środowisku *B. Coli*. Zdecydowanie, czy stała hodowla w pożywce sianowej zniszczy ostatecznie samą tendencję rozpadową, wymagałoby nader długotrwałych, być może wieloletnich obserwacji. Gdyby jednak takie zniszczenie miało miejsce, kultura podpadłaby pod kategorię „Dauermodifikation“ JOLLOSA.

Regularność występowania reorganizacji nie ma charakteru patologicznego. Endomiksja jest w danej kulturze zjawiskiem równie normalnym, jak podział raz na dobę lub regularne pulsowanie wodniczków tętniących. Szybkość ruchu, wygląd plazmy, tętno wodniczków kurczliwych, liczba wodniczków pokarmowych, zawartość kryształków fosforanu wapnia, wszystko to w okresach wzmożonego rozpadu nie ulega jakimkolwiek wyraźnym zmianom. Zahamowanie podzielności w okresach endomiktycznych jest minimalne i, zwłaszcza w liniach indywidualnych, bardzo często wogóle nie da się wykazać.

Reasumując dane z dotychczasowej literatury, możnaby podzielić wszystkie wymoczki na 3 kategorie:

1°. Wymoczki, przechodzące okresową konjugację, ale pozabawione procesów endomiktycznych (*Dileptus*, *Urostyla grandis*).

2°. Wymoczki, podlegające endomiksji w warunkach uniemożliwiających konjugację (*Paramaecium aurelia*).

W tych dwóch typach endomiksja i konjugacja wiążą się z depresją i zahamowaniem podzielności.

3°. Wymoczki, ulegające depresjom i okresowemu obniżeniu podzielności, ale bez konjugacji i reorganizacji jądrowej (*Histrio complanatus*, *Paramaecium calkinsi*).

Do tych trzech kategorii badania moje pozwalają dołączyć 4^o. Wymoczki, które przechodzą endomiksję w kulturach masowych, a więc w warunkach umożliwiających konjugację, lecz nie konjugują i nie ulegają ani depresjom, ani wyraźnemu zahamowaniu podzielności.

Nasuwa się wreszcie zagadnienie konieczności życiowej endomiksji. U bardzo wielu wymoczków endomiksja wogóle nie występuje, a nieraz u odmian i ras tego samego gatunku stosunki pod tym względem mogą być całkowicie różne. Reorganizacja nie jest nawet charakterystyczna dla wszystkich kultur danej odmiany wymoczków. Podkreślam, iż z wielu różnorodnych kultur, z którymi miałem do czynienia, procesy rozpadowe wystąpiły tylko w jednej, ale nawet w tej jedynej kulturze, po przeniesieniu jej do pożywki sianowej, nie wszystkie linje reorganizują aparat jądrowy. Gdyby słuszny był pogląd R. HERTWIGA i LOISELA, że co pewien czas wymoczki muszą pozbyć się nadmiaru produktów rozpadu, skupionych w jądrze większym, i że czynią to na drodze reorganizacji endomiktycznej, względnie — konjugacyjnej, to konjugacja i endomiksja byłyby nieuniknioną fizjologiczną potrzebą organizmu. Tak ogólna zależność, jak gromadzenie się w ustroju produktów rozpadu i ich usuwanie, musiałoby być zjawiskiem powszechnym dla wszystkich wymoczków. Tymczasem tak bynajmniej nie jest. Wydaje mi się, iż sprzeczności te można w łatwy sposób pogodzić. Istotnie, bardzo wiele faktów dowodzi, iż w organizmie wymoczka odbywa się gromadzenie produktów rozpadu. Ich usunięcie z ustroju jest na pewno koniecznością życiową. Ale nie jest nią czysto morfologiczna strona procesów endomiktycznych czy konjugacyjnych. W środowisku pożywki sianowej znaczna część linii obywa się bez morfologicznej strony endomiksji, regulując stosunki jądrowe w jakiś inny, niewidoczny sposób. Być może w niektórych specjalnych warunkach ustrój jest zmuszony do regulacji radykalnej, jaką jest rozkawałkowanie i resorbcja całego jądra większego i znacznej części mniejszego, ale w olbrzymiej większości kultur sprawy te odbywają się mniej gwałtownie, prawdopodobnie na drodze wymiany plazmo-jądrowej. Brak endomiksji i konjugacji w kulturach *Histrio complanatus* i *Paramaecium calkinsi*, obok istnienia okresów obniżonej podzielności, nie zaprzecza temu przypuszczeniu, albowiem intensywna wymiana plazmo-jądrowa może wpły-

nąć hamująco na podzielność. Zjawiska te muszą zachodzić w nader różnym stopniu. Jeśli natężenie wymiany jest tak znaczne, że zwykła droga osmotyczna nie wystarcza, wymoczek ulega reorganizacji endomiktycznej lub konjugacyjnej. Ale w normalnej, dobrze odżywianej kulturze wymoczki obywają się bez reorganizacji.

W wyniku, reorganizacja jądrowa byłaby tylko jednym z wielu sposobów przywrócenia równowagi jądrowej, ale w normalnych dobrze prosperujących hodowlach morfologiczna strona regulacji nie stanowi bezwzględnej konieczności życiowej.

Streszczenie.

1°. W obserwowanych w niniejszej pracy kulturach, hodowanych na pożywce *B. Coli* oraz w środowisku sianowem, obserwujemy w odstępach 25 — 35 dniowych wzmoczony proces reorganizacji jądrowej — rozpadu jądrowego, obejmujący w pożywce *B. Coli* do 80% pierwotniaków. Pomiędzy okresami wzmoczonego rozpadu kultura zawiera 1 — 5% pierwotniaków z rozpadowym aparatem jądrowym.

2°. W środowisku wywaru sianowego, w okresach wzmoczonego rozpadu, równoległych do okresów rozpadu w kulturach na *B. Coli*, występuje niższy procent rozpadu, w okresach zaś międzyrozpadowych procent rozpadu w tem środowisku spada do zera.

3°. Stała temperatura termostatu 22.5° C nie wpływa na przebieg rozpadu, który zachodzi podobnie jakościowo i ilościowo, jak w temperaturze pokojowej 15° do 20° C. Najwyższy rozpad przypada w tym samym okresie. Maksyma rozpadu w rozmaitych środowiskach występują w tym samym czasie.

4°. Podzielność w okresie rozpadu nie jest wyraźnie zahamowana.

5°. W okresie wzmoczonego rozpadu zachowanie się kultury jest zupełnie normalne, wszelkich objawów depresji brak, o wzmoczonego rozpadzie świadczą jedynie utrwalone i zabarwione preparaty, nie ponadto.

6°. Zmiana pokarmu wpływa na rozpad. *B. Coli* podnosi intensywność rozpadu, pożywka sianowa hamuje, ale nie niszczy zdolności rozpadowych.

7°. Próba wywołania rozpadu w kulturach, gdzie nigdy rozpadu nie obserwowaliśmy, nie udała się, aparat jądrowy pierwotniaków po czterech tygodniach pobytu w środowisku *B. Coli* pozostał normalny.

8°. Rozpad jest więc związany z pewnymi tylko kulturami pierwotniaków. Charakteryzuje go rytmika wewnętrzna, którą warunki zewnętrzne mogą wzmacniać lub osłabiać, ale której we wskazanej kulturze pierwotniaków nie mogliśmy zniszczyć.

9°. W poszczególnych czystych linjach rozpad nie zaczyna się jednocześnie i obejmuje niejednakową ilość pokoleń. W dwóch linjach wystąpił dwukrotnie, pomiędzy pokoleniami rozpadowemi wystąpiły dwa pokolenia normalne.

10°. Występowanie poszczególnych typów rozpadu trudno jest ująć w karby regularności, naogół wymoczki w okresie wzmoczonego rozpadu wykazują tendencję do kilkakrotnego powtórzenia reorganizacji.

11°. Rozpad jądrowy przebiega jak następuje: jądro małe dzieli się dwukrotnie, podczas gdy duże pęcznieje i rozpada się na fragmenty. Z 4 mikro 3 degenerują, czwarte po dwukrotnym podziale daje nowe 4 mikro, z których dwa są predestynowane na makro, przechodzące po podziale do osobników potomnych; w trakcie tego fragmenty jądra dużego degenerują ostatecznie i zanikają. W reorganizacji więc nowego aparatu jądrowego bierze udział $\frac{1}{4}$ pierwotnego jądra małego.

12°. W wyniku reorganizacji powstają dwa pierwotniaki, nie cztery, jak to się dzieje przy analogicznym procesie u *Paramaecium aurelia*.

13°. Wymoczki wskazanych kultur przechodzą endomiksję w kulturach masowych, a więc w warunkach umożliwiających konjugację, lecz nie konjugują i nie ulegają ani depresjom, ani wyraźnemu zahamowaniu podzielności.

14°. Reorganizacja jądrowa jako proces morfologiczny jest tylko jednym ze sposobów przywrócenia równowagi jądrowej, nie stanowi jednak bezwzględnej konieczności życiowej.

Codzienny procent osobników z jądrami zreorganizowanemi.
The daily percentage of reorganizing individuals.

<i>B. Coli</i> 15° — 20° C.	5	15	30	33	40	40	50	60	50	60	35	25	15	5	5	5	5	10					
	15	10	30	10	5	1	3	7	10	7	10	8	20	15	15	40	40	80	75				
	60	30	45	50	36	35	30	48	42	20	20	20	10	10	5	12	7	15					
	5	5	7	5	10	8	10	12	5	15	15	13	10	12	10	20	10	12	10				
	10	20	26	40	46	50	47	48	64	60	35	22	15	12	15	10	8	8					
	7	3	5	5	10	7	7	3	8	15	10	8	19	16	18	27	20	25	49	56			
	66	72	56	36	40	22	10																
	22.5° C	15	27	23	25	35	35	47	52	52	59	31	18	12	9	9	3	4	5	5			
		10	15	13	2	1	5	8	5	15	10	15	20	40	50	60	60	50	50	65			
		42	30	45	33	20	12	40	30	28	21	21	10	5	8	7	4	10	18	12			
	10	10	12	5	5	12	10	8	12	10	15	15	15	9	12	11	10	12	15				
	15	40	46	49	45	36	55	40	15	15	10	8	11	10	10	8	7	6	12				
	5	10	6	8	2	10	10	14	12	15	19	29	20	25	30	22	18	48	60				
	68	32	30	27	14	6																	
Wywar siana 15 — 20° C <i>Hay infusion</i>	12	18	30	30	35	27	13	10	8	7	5	4	4	2	11	0	0	0	0	3			
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	4	10	25	20	11	20	20	22	10	15			
	25	26	22	10	7	4	4	2	2	0	0	0	0	0	3	2	2	1	1	1	0	0	
	0	0	0	0	0	0	5	10	17	17	31	16	10	10	5	5	8	5	10	4	1	0	
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	7	12	15
	22	20																					
	22	20																					
	22.5° C	12	15	28	29	37	30	12	9	9	2	4	5	4	5	2	0	0	0	0	0	3	
		0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	4	8	17	28	13	15	20	17	25	5		
		21	20	25	9	9	5	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	0	0	0	0	4	8	12	10	16	14	11	9	6	5	3	4	2	0	0	0	1	1	
	0	0	0	1	5	7	15	8	12	14	10	7	8	21	14	12	6	7	8	3	10	7	
	7	5	4.																				

Piśmiennictwo.

Baitsell A. G. 1914. Experiments on the reproduction of the hypotrichous Infusoria. Journ. exp. Zool. **16** (21). **Calkins G. N.** 1902. Studies on the life history of Protozoa. I. The life cycle of *Paramecium caudatum*. Arch. f. Entw.-Mech. **15** (139). **Calkins G. N.** 1902. The six hundred and twentieth generation of *Paramecium caudatum*. Biol. Bull. **3** (192). **Calkins G. N.** 1906. The protozoan life cycle. Biol. Bull. **11** (229). **Calkins G. N.** 1915. Cycles and rhythms and the problem of immortality in *Paramecium*. Amer. Natur. **49** (65). **Dembowski J.** 1923. Obserwacje nad ruchem *Paramecium caudatum* w kroplach różnego kształtu geometrycznego. Trav. de l'Inst. M. Nencki, Varsovie. **1** (1). **Dawson J. A.** 1926. The life cycle of *Histrio complanatus*. Journ. exp. Zool. **46** (345). **Doflein F.** 1919. Problem des Todes und der Unsterblichkeit bei den Pflanzen und Tieren. Jena. 1919. **Enriques P.** 1907. La coniugazione e il differenziamento sessuale negli Infusori. Arch. Protistenk. **9** (195). **Enriques P.** 1924. La riproduzione nei Protozoi. Milano. 1924. **Erd-**

mann R. und L. L. Woodruff. 1914. Vollständige periodische Erneuerung des Kernapparates ohne Zellverschmelzung bei reinlinigen *Parameecien*. Biol. Centralbl. **34** (484). Gregory L. H. 1909. Observations on the life history of *Tillina magna*. Journ. exp. Zool. **6** (383). Hertwig R. 1902. Die Protozoen und die Zelltheorie. Arch. Protistenk. **1** (11). Hertwig R. 1914. Über Parthenogenesis der Infusorien und die Depressionszustände der Protozoen. Biol. Centralbl. **34** (557). Jollos V. 1913. Über die Bedeutung der Konjugation bei Infusorien. Arch. Protistenk. **30** (328). Jollos V. 1913. Experimentelle Untersuchungen an Infusorien. Biol. Zentralbl. **33** (222). Jollos V. 1916. Die Fortpflanzung der Infusorien und die potentielle Unsterblichkeit der Einzelligen. Biol. Zentralbl. **36** (497). Jollos V. 1921. Untersuchungen über Variabilität und Vererbung bei Infusorien. Arch. Protistenk. **43** (1). Loisel G. 1903. Sur la sénescence et la conjugaison des Protozoaires. Zool. Anzeig. **26** (484). Maupas E. 1886. Sur la conjugaison des Infusoires Ciliés. C. R. Acad. Sc. Paris. **102** (1569). Maupas E. 1888. Recherches expérimentales sur la multiplication des Infusoires Ciliés. Arch. Zool. Expér. **6** (165). Popoff M. 1908. Experimentelle Zellstudien. Arch. Zellforschung. **1** (245). Popoff M. 1909. Über einige Ursachen der physiologischen Depression der Zelle. Arch. Zellforschung. **4** (1). Schmalhausen und Syngajewskaja. 1925. Die individuelle Wachstumskurve von *Paramecium caudatum*. Arch. Entw.-Mech. R. A. E. M. **105** (711). Spencer H. 1924. Studies of a pedigree culture of *Paramecium calkinsi*. Journ. of Morphol. **39** (543). Sun A. 1912. Experimentelle Studien über Infusorien. Arch. Protistenk. **27** (207). Woodruff L. L. 1905. An experimental study on the life history of hypotrichous infusoria. Journ. exp. Zool. **2** (585). Woodruff L. L. 1908. The life cycle of *Paramecium* when subjected to a varied environment. Amer. Nat. **42** (520). Woodruff L. L. 1911. Two thousand generations of *Paramecium*. Arch. Protistenk. **21** (263). Woodruff L. L. 1912. A five year pedigreed race of *Paramecium* without conjugation. Proc. Soc. exper. Biol. Med. **9** (121). Woodruff L. L. 1913. Dreitausend und dreihundert Generationen von *Paramecium* ohne Konjugation oder künstliche Reizung. Biol. Zentralbl. **33** (34). Woodruff L. L. 1914. On so-called conjugating and non conjugating races of *Paramecium*. Journ. exp. Zool. **16** (237). Woodruff L. L. 1917. Rhythms and endomixis in various races of *Paramecium aurelia*. Biol. Bull. **33** (51). Woodruff L. L. 1917. The influence of general environmental conditions on the periodicity of endomixis in *Paramecium aurelia*. Biol. Bull. **33** (437). Woodruff L. L. and G. A. Baitzell. 1911. The temperature coefficient of the rate of reproduction of *Paramecium aurelia*. Amer. Journ. Physiol. **29** (147). Woodruff L. L. and R. Erdmann. 1914. A normal periodic reorganization process without cell fusion in *Paramecium aurelia*. Journ. exp. Zool. **17** (425). Woodruff L. L. and R. Erdmann. 1916. The periodic reorganization process in *Paramecium caudatum*. Journ. exp. Zool. **20** (59). Young R. T. 1917. Experimental induction of endomixis in *Paramecium aurelia*. Journ. exp. Zool. **24** (35). Young R. T. 1918. The relation of rhythms and endomixis their periodicity and synchronism in *Paramecium aurelia*. Biol. Bull. **35** (33). Zweibaum J. 1912. Les conditions nécessaires et suffisantes pour la conjugaison du *Paramecium caudatum*. Arch. Protistenk. **26** (275).

[Zakład Zoofizjologii Szkoły Głównej Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie

J. Żabiński.

**Badania nad wzrostem karalucha (*Periplaneta orientalis* L.)
i prusaka (*Blattella germanica* L.) na pożywkach sztucznych
i niepełnowartościowych. Część I.**

*Observations sur la croissance des blattes (*Periplaneta orientalis* L.) et des cafards (*Blattella germanica* L.), nourris d'aliments artificiels et d'aliments incomplets. I-e partie.*

Rękopis nadesłany w dniu 15. II. 1928 r.

1°. Le développement de *Periplaneta orientalis* L. dure environ 12 mois dans une température de 25° C, tandis que le développement de *Blattella germanica* L. s'étend à environ 3 mois dans les mêmes conditions. La vitesse de la croissance de ces deux espèces correspond au rapport: 4 : 1.

2°. Pendant un tiers de cette période, la croissance est la même, aussi bien lorsque les animaux prennent une nourriture normale, que lorsqu'ils ingèrent des aliments synthétiques.

3°. Nous n'avons pas réussi à observer le cycle entier du développement de *Periplaneta orientalis* soumise au régime de l'alimentation synthétique. Le poids des insectes atteignait à peine un tiers du poids normal pendant la période correspondant à celle de la croissance postembryonnaire normale. Les animaux périssaient ensuite, sans avoir beaucoup perdu de leur poids.

4°. Les larves de *Periplaneta orientalis*, qui depuis la moitié de la période de croissance sont soumises au régime d'alimentation artificielle, peuvent atteindre l'époque de la maturité sexuelle.

5°. Malgré l'application du régime synthétique, il est possible d'observer sur *Blattella germanica* le cycle entier du développement, depuis l'oeuf jusqu'à la forme adulte, même lorsque le glyocolle est l'unique source d'azote.

6°. Les symptômes de l'avitaminose se manifestant après le laps de temps que nous avons établi ci-dessus, sont les suivants:

la chitine devient matte, les mouvements sont lents; au cas où les animaux ont atteint l'époque de la maturité sexuelle, leurs dimensions sont réduites et les insectes sont stériles.

7°. Dans le régime alimentaire, il est possible de remplacer l'ovalbumine par une albumine incomplète, p. ex. par de la gélatine, voire même par du glycocole, sans modifier par là le caractère de la croissance.

8°. Lorsqu'on fait baisser le taux d'azote des aliments, on voit diminuer la vitesse de la croissance et se prolonger la période de celle-ci.

9°. Aussi bien *Periplaneta orientalis* que *Blattella germanica*, supportent pendant longtemps un régime, où l'azote fait complètement défaut et maintiennent leur poids au même niveau. La période pendant laquelle les insectes résistent à ce régime, est parfois aussi longue que la période de leur développement post-embryonnaire normal.

10°. Même après un arrêt aussi prolongé de la croissance, les animaux peuvent atteindre la maturité sexuelle et devenir féconds, lorsqu'on les soumet au régime alimentaire normal.

11°. Même après une longue période d'arrêt, la vitesse de la croissance d'un animal nourri d'une façon normale, est indépendante de son vrai âge, car elle correspond à la vitesse avec laquelle il croissait avant le commencement de cette période.

12°. Les animaux observés qui avaient été nourris d'albumine pure, périssaient du moment où les hydrates de carbone faisaient défaut.

13°. Lorsque à l'alimentation du régime synthétique complet, on ajoute de petites quantités de beurre ou d'extrait de vitamine B, la croissance ne s'en trouve pas accélérée.

I. Uwagi ogólne.

O ile w ciągu ostatnich lat piętnastu, w związku z po dzień dzień ciemnem zagadnieniem czynników dopełniających oraz wartości odżywczej białek, bardzo rozwinęły się badania, dotyczące żywienia i wzrostu zwierząt kręgowych, o tyle stosunki, zachodzące w tej dziedzinie w świecie bezkręgowców, są dotychczas bardzo mało poznane. Skutkiem tego ogólne pojęcia o zjawiskach tu panujących wyrabiamy sobie często bez dostatecznej podstawy, przez uogólnianie obserwacji, poczynionych na kręgowcach, w szczególności zaś na ssakach i ptakach.

Chęć sprawdzenia doświadczalnego, czy potrzeby pokarmowe są w całym świecie zwierzęcym jednakowe, skłoniła mnie do rozpatrzenia stosunków, panujących pod tym względem u karalucha (*Periplaneta orientalis* L.) oraz u prusaka (*Blattella germanica* L.). Przy wyborze tych owadów kierowałem się motywami, przytoczonymi poniżej.

Wszelkiego rodzaju badania, dotyczące żywienia i wzrostu, napotykają na trudność bardzo ścisłego związania poszczególnych gatunków z pewnym określonym pokarmem. Nie mówiąc już o pasorzytach, których cykl rozwojowy jest uzależniony od możliwości przebywania i pobierania pożywienia w pewnych tylko gatunkach gospodarzy, wiemy z danych hodowlanych i biologicznych, jak wiele zwierząt, szczególnie z pomiędzy bezkręgowców, żywi się bądź to wyłącznie krwią, bądź określonego gatunku liśmi, nie chcąc nawet pod grozą śmierci przyjąć innego pokarmu, czem uniemożliwia przeprowadzenie eksperymentów w tej dziedzinie. Owady, przeze mnie wybrane, posiadają tę właśnie stronę dodatnią, że są przedstawicielami tak nielicznych wśród stawonogów wszystkożerców, dzięki czemu można obserwować ich zachowanie się i wzrost w najrozmaitszych warunkach żywienia. Bezsprzecznie okolicznością dodatnią jest również brak przeobrażeń, który pozwala na przesledzenie ciągłości zmian, wywoływanych różnemi składnikami podawanych pożywek, podczas całego okresu rozwoju zwierzęcia.

Ujemną natomiast stroną w dziedzinie tych doświadczeń jest posiadanie przez przedstawicieli rodziny *Blattidae* olbrzymiego

wola, w którym, na podobieństwo stosunków, panujących u przetrzymawczy, zapewne odbywa się fermentacja bakteryjna i drożdżowa, co zasadniczo może zmieniać charakter pożywki, zanim przez uprzednio zestawiony dobór składników zacznie ona wywierać wpływ na rozwój zwierzęcia. Wobec jednak bardzo skąpych danych, nawet dla ssaków, o wpływie bakterij przewodu pokarmowego na stosunki trawienia, musimy owady nasze traktować, jako pewnego rodzaju całość biologiczną, nie przesądzając w tej chwili, czy rezultaty doświadczeń wywołane zostały przez właściwości fizjologiczne tkanki samego owada, czy też współżyjących z nim drobnoustrojów.

Pewnem zacieśnieniem zagadnienia w tej dziedzinie będzie prowadzone obecnie przeze mnie powtórzenie opisywanych w pracy niniejszej doświadczeń na prusakach, wyhodowanych jałowo. Stąd jednak uzyskana odpowiedź nie będzie również definitywna, bowiem u *Blattidae* występują t. zw. symbionty intracellulärne, których obecnymi metodami usunąć ze zwierzęcia nie można, a których wpływ na zjawiska przyswajania pokarmu musi być również brany pod uwagę.

Wreszcie we wszelkich badaniach, wymagających dłuższego przetrzymania w hodowli sztucznej zwierząt, żyjących zwykle na swobodzie, powinniśmy przede wszystkim stworzyć warunki, w których dane osobniki rozwijają się i żyją normalnie. Nieuwzględnienie lub często zlekceważenie tej okoliczności powodować może ogromne błędy we wnioskach. Ekologia i zoogeografia wykazują bowiem wyraźnie, jak bliski związek istnieje między występowaniem pewnych gatunków, a niewielkimi nawet zmianami warunków otoczenia. Każdy, kto miał do czynienia z hodowlą zwierząt, żyjących w niewoli, wie, jak często dając zwierzęciu warunki, na pozór niczem nieróżniące się od normalnych, spotykamy mimo to niepłodność, apatię, choroby i częstą śmiertelność. Dlatego pierwszą koniecznością w doświadczeniach tego rodzaju jest sprawdzenie, czy zmiany, które wydawało się, iż są wywołane różnicami składników pożywienia, nie powstały w skutek trybu życia w niewoli, jako to — braku ruchu, przewietrzania, odpowiedniej temperatury i t. p. I pod tym względem dla karalucha i prusaka można było stawiać horoskopy dodatnie. Długoletnie współżycie z człowiekiem pozwala uważać zwierzęta te niemal za udomowione, a w każdym razie wobec stałego zamieszkiwania przez nie

siedzib ludzkich, zdawało się, iż warunki hodowli sztucznej prawie nie odbiegają od normalnych. W danym przypadku jednak karaluch nie spełnił pokładanej w nim nadziei. Już pierwsze próby hodowlane przekonały mnie, iż jest to zwierzę nadzwyczaj delikatne. Wydaje się rzeczywiście dziwnem, iż owady, tak szybko mnożące się w mieszkaniach mimo środków przeciw nim stosowanych, w niewoli ulegają wszelkim brakom i niedokładnościom opieki, wymagając jak najpilniejszego starania i ścisłego przestrzegania optymalnych dla ich życia warunków. Ponieważ jednak karaluch (*Periplaneta orientalis*), zarówno z wyżej wymienionych względów, jak i z powodu swej wielkości, umożliwiającą kontrolę wagową oraz normalne analizy chemiczne, stać się może niemal klasycznym objektem do badań nad przyswajaniem, wzrostem i przemianą materji u owadów, zdecydowałem pierwszy rozdział pracy niniejszej poświęcić szeregowi danych biologiczno-hodowlanych, dotyczących tego zwierzęcia.

Wpierw jednak niech mi będzie wolno wypowiedzieć na tem miejscu wyrazy najgłębszej wdzięczności p. prof. Janowi Sosnowskiemu, którego światłemu kierownictwu zawdzięczam możność prowadzenia tych badań, oraz złożyć serdeczne podziękowanie wszystkim tym, którzy bądź dostarczaniem materiału, bądź czuwaniem nad zwierzętami doświadczalnymi przyczynili się do utrzymania podczas 5 lat ciągłości doświadczeń i ich kontroli.

II. Biologia karalucha (*Periplaneta orientalis*).

1. Warunki hodowlane.

Obserwacje, dotyczące życia karalucha na wolności, dają następujące wskazówki co do jego wymagań. Powszechnie wiadomo, że żyje on w kuchniach, piekarniach i t. p., przepędzając dzień w szczelinach i kryjówkach, zwykle blisko pieca, w nocy zaś wychodząc na żer, którego w resztkach kuchennych i zapasach piekarnianych znajduje pod dostatkiem. Żywi się wszelkimi produktami, służącymi za pokarm ludziom, mniej chętnie spożywając potrawy kwaśne, tłuszcze oraz mięso nawet gotowane, które, w przeciwieństwie do swego krewniaka, *Periplaneta americana*, nasz karaluch, *Periplaneta orientalis*, zjada bardzo niechętnie¹⁾. Lubi natomiast bardzo potrawy słodkie, mączyste, gotowane i surowe jarzyny, owoce oraz piwo.

Hodowanie karalucha przez czas dłuższy do celów doświadczalnych nie udawało się zwykle z dwu, jak mi się zdaje, przyczyn: 1^o, nie-

¹⁾ Obserwacje, dotyczące *Periplaneta americana*, cytuję na zasadzie monografji WILLEGO ('20)

dostatecznego uwzględnienia odpowiedniego stopnia wilgotności oraz 2^o, nieprzestrzegania czystości pomieszczeń. Z reguły dla owadów przeznaczamy znany typ drewnianej skrzyneczki z wieczkiem o wielkich otworach w ścianach i w pokrywie, obitych siatką drucianą. Skrzyneczki te, obliczone na maksimum przewietrzania, dla karaluchów nie nadają się, gdyż w temperaturze + 23^o do + 27^o C (optymalnej dla tych owadów) nie pozwalają utrzymać niezbędnej dla nich stałej wilgotności. I choć karaluchy można przyzwyczaić do niższej temperatury lub atmosfery bardziej suchej, to jednak szybko następuje śmierć w przypadkach częstych wahań temperatury i stopnia nasycenia parą wodną. Dalej — utarte przeświadczenie, że karaluch żyje w brudzie i karmi się odpadkami, sugeruje hodowcę w kierunku niedość ścisłego przestrzegania czystości pomieszczenia i niezbyt częstego odnawiania pokarmu. Jest to również błąd, który był powodem nieudawania się hodowli karaluchów, co z kolei znowu było przyczyną nieścisłych danych, jakie posiadaliśmy dotychczas w dziedzinie biologii tych owadów.

Po dokonaniu szeregu prób przekonałem się, że najlepszym pomieszczeniem są szklane słoje z gładką krawędzią, przykryte szybą szklaną. Podłogę robimy z piasku, trocin, bibuły, wogóle z materiałów higroskopijnych, które należy utrzymywać w stanie wilgotnym. Hodowca zwracać powinien specjalną uwagę na wrażliwość tych owadów na wszelką zgniliznę i pleśń. Dlatego też pokarm powinien być zmieniany przynajmniej co 3 dni, przytem całe pomieszczenie winno być czyszczone nader starannie. Najlepiej pokarm wkładać do słoja na małym szkiełku zegarkowym, gdyż karaluchy zwykle nie roznoszą jedzenia po pomieszczeniu, spożywając je spokojnie na miejscu.

Podłoga również winna być co pewien czas zmieniana. Z chwilą, gdy skutkiem przesylenia materiałami organicznymi w postaci: kału, zrzuczonych egzuzjów, trupów lub resztek jedzenia zjawiają się w podłożu procesy gnilne i wystąpią pleśń, owady zaczynają wymierać masowo. Zaznaczyć trzeba również, iż czasami, naogół jednak rzadko, mimo najstaranniejszej opieki, trafiają się epidemie, niszczące nieraz całe kultury.

Dla celów doświadczalnych, do przetrzymywania sztuk izolowanych znakomicie nadają się małe szklaneczki o średnicy 5 — 6 cm, a wysokości 7 — 10 cm. Biorąc pod uwagę, że przy ściśle określonej karmie ważną jest pewność, iż zwierzę nie czerpie nic z podłoża, wylewałem dna szklaneczek gipsem (na 1 — 2 cm grubości), którego wsiąkliwość znakomicie pozwala utrzymać całe pomieszczenie w stanie dostatecznej wilgotności. Przed zastygnięciem gipsu pogrąża się w nim małą, zrobioną z dna zwykłej probówki, miseczkę do podawania pokarmu, oraz krótką, zatopioną na jednym końcu, kilkumilimetrowej średnicy rurkę, jako naczynko na wodę, służące zarówno jako poidelko, jak i rezerwar, utrzymujący wilgoć. Karaluchy, hodowane w atmosferze dostatecznej wilgotności i żywione pokarmami o dużej zawartości wody, np. jarzynami i owocami, mogą zupełnie obywać się bez napoju, natomiast przetrzymywane w pomieszczeniu suchem i karmione otrębami, bułką i t. p., rzucają się natychmiast ku podanej wodzie i piją, w ciągu kilku minut wypełniając

wole płynem. Ilości pobranej w ten sposób wody mogą być bardzo duże i trzeba się z tem liczyć w obserwacjach nad wzrostem zwierzęcia.

Larwa <i>Periplaneta orientalis</i> trzy tygodnie przetrzymana w temp. +25° w atm. suchej	Waga przed podaniem wody mg	Waga po napojeniu mg
№ 1	65	105
№ 2	86	165

Larwy, przeniesione z normalnych warunków do atmosfery suchej, tracą na wadze. Śmierć następuje po 2 — 4 tygodniach.

Larwy *Periplaneta orientalis*,
trzymane w temp. +25° w
atmosferze suchej

	№ 1	№ 2	№ 3	№ 4
		Waga w miligramach		
Waga początkowa	410	590	120	100
po 1 dn.	410	580	110	100
" 2 "	400	—	—	—
" 3 "	350	570	100	90
" 4 "	340	—	—	—
" 9 "	—	530	85	63
" 12 "	—	500	76	zdechł
" 17 "	—	480	75	—
" 17 " w pięć minut po napojeniu	—	595	117	—

Szklaneczki z dnem gipsowem są bardzo dogodnie i dlatego, że z łatwością dają się utrzymać w czystości (przez wymycie z pomocą twardego pendzla lub szczotki), dzięki czemu unikamy potrzeby zmieniania podłoża. Pamiętać jednak należy, że gips, użyty na podłogę, powinien być czysty i nie może zawierać żadnych obcych ciał organicznych, bowiem owady często wygrzają i wydrapują w nim dziury na dużych przestrzeniach, a substancje odżywcze, jakie przytem mogłyby się dostać do przewodu pokarmowego, zaciemniałyby i gmatwały wyniki doświadczeń nad żywieniem.

Przed przystąpieniem do badań nad reagowaniem karaluchów na różne modyfikacje warunków żywienia, musiałem uzyskać ściśle dane co do stosunków, jakie zachodzą w ich życiu normalnem. Jak już wspomniałem, dane, których dostarczyć może literatura tego przedmiotu, są nieściśle i chaotyczne, to też, obok zagadnienia charakteru krzywych i szybkości wzrostu na pożywkach sztucznych, zająłem się sprawą stosunków biologicznych, zachodzących u karaluchów, żywionych normalnie.

2. Czas rozwoju karalucha.

Po dziś dzień jeszcze spotykamy cytowaną obserwację, dokonaną przed 75 laty przez CORNELIUSA ('53), według której karaluch, w czasie rozwoju od jajka do postaci dorosłej, odbywa 6 linek w ciągu 4 — 5 lat.

Spostrzeżenie to, aczkolwiek nieprawdopodobne, gdyż nieidące w parze z szybkością, z jaką karaluchy rozmnażają się, utrzymało się dotychczas, i LAING ('21) podaje je jako pewnik. Z moich obserwacji wynika, iż liczba ta jest zbyt wysoka, a zwykły rozwój karalucha trwa mniej więcej 12 miesięcy. Krzywa wzrostu zwierząt, żywionych normalnie i trzymanych

w temperaturze koło $+23^{\circ}\text{C}$ (zbliżonej zresztą do tej, w jakiej karaluch żyje na swobodzie), wskazuje dowodnie (rys. 112), iż obserwacje CORNELIUSA, kwestjonowane już 40 lat temu przez autorów klasycznej monografji o karaluchu (MIALL i DENNY '86), i zresztą przez samego autora niezbyt kategorycznie wypowiedane, należy sprostować w sensie wyżej podanym. Przyczyny, dla których powstało i utrzymało się to błędne mniemanie, postaram się wykazać poniżej.

Z szeregu obserwacyj, przeprowadzonych przeze mnie, można wytworzyć sobie obraz rozwoju karalucha w sposób następujący. W chwili opuszczania osłon jajowych zwierzę odbywa pierwszą linkę. Świeżo wykluta larwa jest mleczno-biała z silnie pigmentowanymi oczyma i często zielonawo przeświecającymi resztkami żółtka w jelicie. W przeciągu 4—6 godzin larwa ciemnieje, uzyskując, bardzo charakterystyczny dla tego stadium, kolor jasno orzechowy o połysku bursztynowym. Następna linka odbywa się po upływie 2—4 tygodni. Po 6—8 godzinach larwa przybiera wtedy kolor, wpadający w odcień mahoni i zachowuje go aż do linki trzeciej zkolei, następującej w 6—8 tygodni po poprzedniej. Larwy po jej odbyciu uzyskują barwę czarną. Odtąd jednak zaobserwować można dużą różnorodność indywidualną; nawet te same osobniki w czasie okresu międzylinkowego mogą zmieniać barwę z czarnej na wyraźnie bronzową. Nie bez wpływu na to są prawdopodobnie warunki zewnętrzne, jak odżywianie i wilgotność. W dalszym ciągu larwy odbywają jeszcze 3 linki, przytem przerwy pomiędzy czwartą i piątą oraz piątą i szóstą są najdłuższe i dochodzą do 10—15 tygodni. Ostatnia, siódma linka, z której zwierzę wychodzi już jako dojrzałe płciowo, odbywa się zwykle w 4—6 tygodni po poprzedniej, jak na to wskazują następujące przykłady:

Szósta linka	11.III;	postać dorosła	27.IV, t. j. po 47 dniach
"	"	23.III;	" " 29.IV, t. j. po 37 "
"	"	24.IV;	" " 24.V, t. j. po 30 "

Terminy, dotyczące linek poprzednich, podawałem powyżej jedynie w przybliżeniu, ponieważ okresy trwania przerw między wylinkami, w zależności od warunków zewnętrznych, mogą się wydłużać bardzo znacznie, aż do całkowitego zahamowania zmian pancerza chitynowego (doświadczenia na pożywkach sztucznych podane poniżej). Ponieważ poszczególne stadja larw (z wyjątkiem *nymphae*) różnią się od siebie jedynie wielkością ciała (w pierwszych

okresach również i barwą), brak zaś konkretnych wskaźników morfologicznych dla określenia, z którym stadjum larwy mamy do czynienia, nadto ponieważ zwierzę świeżo wyliniałe zwykle w przeciągu kilku godzin zjada doszczętnie pozostawione egzuzjum, przeto niezauważenie linki jest rzeczą dość łatwą. Tem, jak również nieodpowiednimi warunkami hodowli, hamującymi wylinki, oraz trudnościami wyhodowania karalucha od jajka do postaci dorosłej, tłumaczę błędne przypuszczenia, jakoby linki: druga, trzecia, czwarta i piąta odbywały się w odstępach rocznych, a cały cykl postembrjonalnego rozwoju zwierzęcia ciągnął się 5 — 6 lat. Z cyfr, podanych poniżej, wynika, iż pełny okres rozwoju od jaja do postaci dorosłej trwa u karalucha 42 — 54 tygodnie.

Karaluch	wykluty	14.IV;	ostatnia linka	♀	29.IV	roku nast.,	po 380 dniach
"	"	25.V;	"	"	♂	24.V	" " " 364 "
"	"	15.IV;	"	"	♀	19.II	" " " 310 "
"	"	20.V;	"	"	♀	24.V	" " " 369 "
"	"	20.V;	"	"	♀	27.IV	" " " 340 "

Ponadto wśród zwierząt niekontrolowanych ściśle, z kilkudziesięciu osobników, wylęgniętych w okresie 1.II — 1.V, wszystkie odbyły ostateczne linki do czerwca roku następnego tak, że od 15.VI nie posiadałem już ani jednej larwy z tych miotów.

3. Zapłodnienie i składanie jaj.

Natychmiast po osiągnięciu dojrzałości płciowej następuje kopulacja oraz składanie jaj.

Ostatnia linka na ♀	Zjawienie się kokonu	Po dniach
21.II	9.III	16
31.III	11.IV	11
31.III	16.IV	16
2.VIII	13.VIII	11

Samica świeżo wyliniała, już w przeciągu półtora miesiąca, t. j. od marca do początku maja, złożyła:

kokon	Data złożenia
1-y	18.III
2-i	28.III
3-i	8.IV
4-y	19.IV
5-y	3.V

Chociaż samica od chwili zjawienia się pierwszych jaj była trzymana oddzielnie od samca, wszystkie te kokony wydały potomstwo normalne.

Jak wspominałem, wyhodowanie karaluchów z kokonu napotyka poważne trudności. Częściowo da się to objaśnić składaniem kokonów z jajami niezapłodnionymi, częściowo jednak wywołane być musi warunkami hodowlaniami. Trudności te dały powód do mylnego przypuszczenia, że u *Blattidae* samice opiekują się złożonymi jajami i one właśnie pomagają do rozwarcia kokonu; bez tej pomocy małe, mimo opuszczenia osłon jajowych, nie są w możności rozsunać twardych ścianek kokonu. Przypuszczenie to [obalone przez WILLEGO ('20), o ile dotyczy prusaka] wskazywałoby na zadziwiająco długo trwający i dotychczas nigdzie niespotykany u owadów instynkt macierzyński w stosunku do jaj już złożonych. Jest ono zasadniczo błędne, a powstało stąd, że samice (również często zresztą samce i larwy) gryzą i zjadają pusty kapsel wylęgniętego kokonu. Jest to jednak tylko zwykły przykład zjadania chityny przez niedostatecznie lub nieracjonalnie żywione owady. W ciągu pięciu lat nie zaobserwowałem ani razu, aby niewylęgnięty kokon budził jakies zainteresowanie nawet wśród głodzonych samic.

Chcąc wyjaśnić kwestję opieki samicy karalucha nad kokonem (która u *Blattella germanica* polega na stałym noszeniu go aż do chwili wylęgu), w ciągu dwóch lat przenosiłem każdą samicę, u której zauważyłem zjawiający się kokon, do osobnego pomieszczenia. Po 24 — 48 godzinach kokon został złożony. Troska samicy sprowadzała się jedynie do wyboru miejsca, które gwarantowałoby spokój rozwijającym się młodym.

W pomieszczeniach dla matek z kokonami zastosowałem trzy rodzaje podłoża:

- 1^o, 3 — 4 cm grubą warstwę piasku,
- 2^o, warstwę luźno ułożonych wiórków drzewnych (woliny),
- 3^o, gładką powierzchnię gipsową.

W każdym z tych przypadków samica zachowuje się swoiście.

1^o. W piasku, przed złożeniem kokonu samica kopie dół, mniej więcej na 1 cm głębokości i na dnie jego składa kokon, zasypując i wyrównując powierzchnię. Później już nie interesuje się jajami. Zarówno w przypadku pozostawienia samicy w pomieszczeniu, jak i po jej usunięciu, małe opuszczają kokon samodzielnie, a przeciskając się między ziarnkami piasku,

wydostają się na powierzchnię. W żadnym przypadku nie obserwowałem, aby samica grzebała lub kopała podłoże w okolicach złożonego kokonu. Pusty kapsel pozostaje na miejscu tak, jak został złożony; ani razu nie zauważyłem nawet, aby potworzyły się przy nim w czasie wylęgu jakieś dolki, czy zagłębienia, bądź to zrobione przez samicę, bądź przez wychodzące młode. Jest to wyraźny dowód, że samica żadnego udziału przy wylęgu nie bierze. Kilkanaście razy wydobywałem złożone kokony i z należytą ostrożnością przenosiłem na powierzchnię, zachowując położenie, w jakim zostały złożone. Mimo izolacji od samicy, kokony te rozwijały się normalnie.

2°. Samica z kokonem, przeniesiona na wolinę, rozpoczyna przeciskanie się między wiórkami aż na samo dno stoika. Po tym samym okresie czasu, co i na podłożu piaskowym (24 do 48 godzin), można znaleźć kokon, złożony w kącie między ścianką a dnem naczynia i przysypany, pogryzionymi na trociny, wiórkami. Nigdy nie obserwowałem przygotowywania czegoś w rodzaju gniazda pod kokon. Zostaje on złożony bezpośrednio na szkle; warstwa trocin ma zatem jako zadanie jedynie ochronę wolnej powierzchni i zamaskowanie jaj złożonych.

3°. Z chwilą, gdy umieścimy samicę na twardym podłożu gipsowym, stara się ona wykorzystać wszelkie wnęki i zakamarki. Jeżeli podłoga opatrzona była zagłębieniem na miseczkę z pokarmem, zawsze to miejsce było wybierane na złożenie kokonu, przytem naczynko zostaje wydobyte i usunięte na bok, nigdy zaś samica nie składa jaj na dnie szklanej i ruchomej miseczki. Gdy w szklancezce znajdują się resztki jedzenia, są one używane do zamaskowania kokonu, natomiast gdy w otoczeniu niema nic poza płytką gipsową i szklanymi ścianami stoika, samica jakby otynkowuje kokon cieniutką warstwą gipsu.

Dokładne rozpatrzenie pod lupą dwuoczną tej zaprawy gipsowej pozwala wyróżnić cienką warstwę, oblepiającą całą powierzchnię kokonu, oraz gdzieś tam wprawione w nią większe kawałki gipsu, oderwane od podłoża. Zaprawa jest tak równomierna i składa się z tak drobnych cząsteczek, iż wyraźnie widać, że jest to materiał, przeżuty przez samicę i zaprawiony na rzadkie ciasto (zapewne wydzieliną gruczołów ślinowych). Zabiegi te przeprowadza samica zaraz po złożeniu kokonu i to zarówno w stosunku do normalnego, jak i wypełnionego jajami niezapłodnionymi. Natomiast zupełnie obojętnie odnosi się do własnego kokonu, wydobytego wtórnie na powierzchnię. Również kompletny brak zainteresowania okazuje w stosunku do jaj, porzuconych w chwili ucieczki lub podrażnienia, względnie do jaj odjętych przemocą, mimo iż kokon już był całkowicie sformowany.

W ten sposób skontrolowałem około 100 samic, przyczem w 80% kokony rozwijały się normalnie, chociaż przeważnie były oddzielane od matek natychmiast po złożeniu, przenoszone na piasek do szalki PETRIEGO i tam pozostawiane w spokoju aż do chwili wylęgu. Co się tyczy położenia kokonu, to samica dosto-

sowuje się pod tym względem do warunków otoczenia. Przeważnie leży on poziomo i równie często szwem na prawo, na lewo, jak i do góry lub na dół. Pionowe położenie obserwowałem wówczas, gdy samica, dla ukrycia kokonu, wsunęła go do głębokiej i wąskiej studzienki w gipsie, pozostałej po rurce na wodę. Optymalne warunki dla zarodków w kokonie nie różnią się od wymaganych przez te zwierzęta w ich życiu postembrjonalnym, a które wymieniałem poprzednio. Zarodki mają jedynie mniejsze wymagania pod względem wilgotności, bowiem mogą się one rozwijać w pomieszczeniach bez rezerwuarów wodnych, w których to warunkach larwy i osobniki dorosłe giną w przeciągu 2 — 4 tygodni, nie znoszą natomiast wstrząśnień i częstych przenosin, szczególnie gdy są już posunięte w rozwoju.

Co do okresu embrjonalnego, to panowała dotychczas (podobnie jak w poglądach na trwanie wzrostu postembrjonalnego) duża rozbieżność. LAING, zestawiając różnorodne obserwacje, podaje, iż trwa on od 5 dni do 12 miesięcy, skłaniając się do twierdzenia BRINDLEYA ('97), iż niższa granica (5 dni) jest normalna. Choć powszechnie wiadomo, iż mniej sprzyjające warunki, w szczególności obniżenie temperatury, mogą u szeregu zwierząt opóźnić normalny okres trwania procesów rozwojowych nawet kilkakrotnie, to jednak obserwacje o wahaniami, dochodzących 7300%, muszą nasuwać podejrzenia co do ich ścisłości.

Według moich danych, czas embrjonalnego rozwoju karalucha waha się od 2 do 3 miesięcy.

Kokon złożony	Kokon wylęgnięty	Sztuk	Po dniach
20.II	10.V	11	79
10.III	14.VI	10	96
7.V	5.VII	10	59
19.V	27.VII	14	69
27.V	7.VIII	11	72

Ponadto z 46 kokonów, złożonych w okresie 8.IV — 15.VI, do dnia 10 września wylęgło się 37; pozostałe 9, otwarte 1.X, miały bądź to jaja niezalążone, bądź obumarłe w różnych stadiach rozwoju zarodka. Zawartość każdego z tych kokonów znajdowała się już w stanie wyraźnego rozkładu.

4. Postembrjonalny wzrost karaluchów.

Dalszy rozwój zwierzęcia, po opuszczeniu osłon jajowych, odbywa się w ciągu sześciu przerw międzylinkowych. Jak widać na krzywej rys. 1, każda przerwa pomiędzy dwiema linkami,

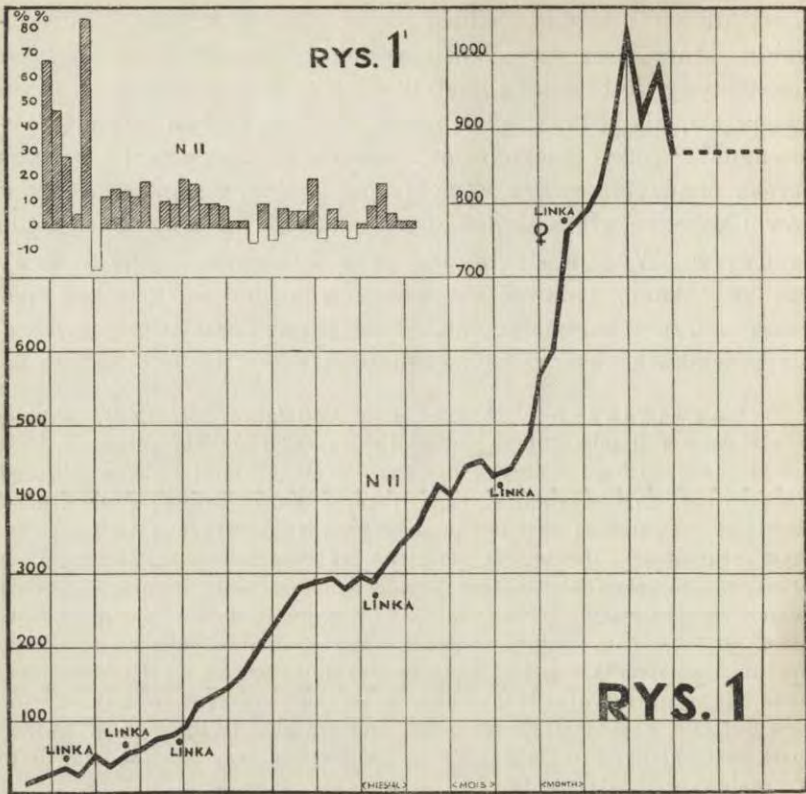
z wyjątkiem ostatniej, składa się z okresu wzrostu i zahamowania, które przerwane zostaje dopiero nową linką. Zrzucanie chityny jest jednak nietylko ważnym etapem wzrostowym zwierzęcia, ale jednocześnie momentem, w którym zostają wyrównane wszelkie uszkodzenia, jakim zwierzę podległo w ciągu okresu międzylinkowego. Zwykle polega to na regeneracji czułków i kończyn, które bardzo często odrywają się przy opuszczaniu egzuwjum. Wydaje się bardzo prawdopodobne, że na przerwy między linkami, a nawet na ilość samych linek duży wpływ mieć mogą potrzeby regeneracyjne. W myśl powyższego przypuszczenia przemawia obserwacja następująca:

Doświadczenie № I. Larwa *Periplaneta orientalis*, wykluta w pierwszych dniach lutego, wagi 10 mg, 13.II odbyła pierwszą linkę powyłogową. Po bardzo długiej przerwie, w ciągu której zwierzę osiągnęło wagę 55 mg, 25.V nastąpiła druga linka, z której zwierzę wyszło, pozostawiając w egzuwjum dwie urwane nogi oraz mając wyraźną ranę w pierwszym segmencie tułowiowym (możliwe, iż wygryzioną w czasie linienia przez znajdującego się w tym samym pomieszczeniu towarzysza). Po 8 dniach zwierzę ważyło 60 mg, zaś 12.VI, t. j. po 18 dniach, nastąpiła nowa linka, przytem nogi zostały zregenerowane, natomiast rana na przedtułowiu nie zmniejszyła się; 1.VI zwierzę ważyło 81 mg, a 6.VII odbyło nową linkę, nie wyrównywując jednak uszkodzenia tułowia. Następną linkę, również pod tym względem bezskuteczną, odbyła się 21.VII, poczem zwierzę rośło dość intensywnie aż do 31.VIII, zwiększając wagę do 180 mg; 10.IX w czasie nowej linki zdechło.

Ogółem od 25.V do 10.IX larwa odbyła 5 linek, co, rachując linienia 13.II oraz przy opuszczeniu kokonu, wyczerpuje normalną dla karaluchów liczbę 7-iu wylinek, poczem powinna była dojść do stadium dojrzałości. W danym przypadku osobnik ani wagą, ani cechami morfologicznymi nie odpowiadał już nie tylko postaci dorosłej, ale nawet nie posiadał cech nimfy. O ile więc nie był to jakiś wyjątkowy przypadek zakłócenia rozwoju zwierzęcia, sędzę, że mamy tu przykład zwiększenia ilości linek, wywołany próbami regeneracji przedtułowia.

Charakter normalnego wzrostu karaluchów przedstawiony jest na krzywej (rys. 1), wykreślonej na podstawie ważeń danego osobnika, dokonywanych co 10 dni.

Doświadczenie № II (rys. 1). Larwa *Periplaneta orientalis*, wykluta 14.IV, wagi 9 mg, osiągnęła dojrzałość pciową, jako samica wagi 680 mg dn. 29.IV, to jest po 380 dniach. W czasie linki 11.XII straciła dwie nogi, które zostały zregenerowane przy linieniu na stadium nimfy dnia 23.III. Krzywa wzrostu wznosi się równomiernie, zaznaczając wspomniane już zahamowania przed linką, trwające przed czwartą i piątą zmianą chityny koło 6-iu



Rys. 1*). Rysunek przedstawia krzywą wzrostu karalucha, żywnoego normalnie od chwili wyklucia aż do śmierci. Moment uzyskania dojrzałości płciowej oznaczamy znakiem ♀. Linja przerywana wskazuje, że w ciągu ostatnich 2 miesięcy zwierzę nie było ważone. Charakterystyczne skoki wagi po uzyskaniu dojrzałości odpowiadają tworzeniu i składaniu kokonów. Rys. 1'. Wykres dekadowego przyrostu, obliczony jako % od wagi, wykazanej w dekadzie poprzedniej. Duży przyrost z dekady piątej winien być uważany za przypadkowy wobec wybitnego spadku wagi w dekadzie następczej.

La fig. 1**) représente la courbe de la croissance d'une blatte, nourrie d'une façon normale depuis l'éclosion jusqu'à la mort. Le moment où l'animal atteint la maturité sexuelle est indiqué par ♀. La ligne interrompue indique que l'animal n'a pas été pesé pendant les 2 derniers mois. L'augmentation caractéristique du poids de l'animal adulte, correspond à la formation des cocons.

Fig. 1'. La croissance mesurée tous les dix jours et exprimée en % du poids de l'animal pendant la décade précédente. La forte croissance correspondant à la cinquième décade, doit être considérée comme accidentelle, vu la diminution sensible du poids durant la décade suivante.

*) Cyfry na osi rzędnych w rysunkach 1, 2, 3, 4, 5, 6 i 10 nie odpowiadają rzeczywistej wadze zwierzęcia badanego, tylko przerachowanej (dla celów porównawczych) według wspólnej wagi początkowej 10 mg. Szerokość jednego słupka na rysunkach, oznaczonych cyfrą z apostrofem, odpowiada jednej dekadzie.

**) Les chiffres portés sur l'axe des ordonnées dans les fig. 1, 2, 3, 4, 5, 6 et 10, n'indiquent pas le vrai poids de l'animal. Ils correspondent en effet au poids calculé (pour permettre d'établir des comparaisons) d'après le poids initial commun de 10 mgr. Dans les tableaux dont le numéro est pourvu d'une apostrophe ('), la largeur d'une colonne correspond à une décade.

tygodni. Przypuszczać należy, iż zahamowania wzrostu występują również przed pierwszą, drugą i trzecią linką postembryonalną, jednak wobec drobnych rozmiarów zwierzęcia (przeciętna waga w okresie trzeciego linienia wynosi koło 150 mg) krótsze zastoje wzrostu, wobec najwyższej osiem tygodni trwających przerw międzylinkowych, zostają łatwo zatarte i na krzywej wyrażają się w postaci nieznacznych zaledwie wklęśnięć. Charakterystyczny tarasowy wygląd krzywej zaznacza się dopiero wyraźnie od połowy okresu rozwojowego, gdy zwierzę osiągnęło już 250 mg wagi.

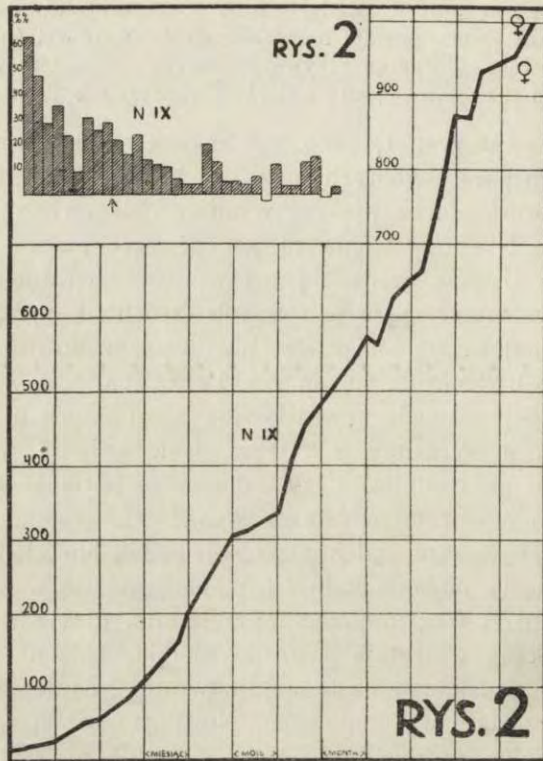
Krzywa na rys. 1, jako zbudowana z faktycznych różnic wag w ciągu poszczególnych dekad, wykazuje bezwzględne przyrosty dekadowe, coraz większe w miarę jak zwierzę przybiera na wadze. Nie odpowiada to jednak rzeczywistej szybkości wzrostu. W istocie rzecz się ma wprost odwrotnie: szybkość wzrostu, znaczna w ciągu pierwszych dwóch miesięcy, następnie raptownie maleje, obniżając się stopniowo, aż do ostatniej linki. To zjawisko uwidacznia się na rys. 1'. Na tym diagramacie przyrost w każdej dekadzie przedstawiony jest nie w liczbach bezwzględnych, a wyrażony w % wagi, jaką zwierzę wykazywało w dekadzie poprzedniej. Przy takim zestawianiu nie można wyciągać wniosków na podstawie wysokości kolumn, każda bowiem zmiana ciężaru zależna od najedzenia lub głodu, wilgoci lub wyschnięcia, oddania kału i t. p., potęguje się w przeliczeniu procentowym od wagi poprzedniej tak, iż np. przyrost nadmierny z jednej dekady wywołuje pozornie wielkie obniżenie lub nawet utratę wagi w dekadzie następnej i odwrotnie, co dopiero w ciągu kilku dekad zostaje wyregulowane. Niwelując zatem sporadyczne wysoki in plus, szczególnie jeśli są w sąsiedztwie spadków wagi, zauważyć można ogólną tendencję obniżania szybkości wzrostu, na podobieństwo opadającej krzywej wykładniczej.

Bezpośrednio po lince ostatniej, która odbywa się bez okresu zahamowania (być może, iż jest to w związku z krótkością jej przerw), samica wykazuje dalszy przyrost wagi, co tłumaczyć można rozrostem jajników. Każde złożenie kokonu odbija się spadkiem wagi, wyregulowanym już w ciągu następnej dekady. U samca krzywa wzrostu załamuje się z chwilą ostatniej linki, jak to widać np. w zestawieniu poniższem:

20.V	24.V	30.V	11.VI	20.VI	30.VI
495 mg	linka ♂	445 mg	450 mg	460 mg	460 mg

i utrzymuje się w normie, nie wykazując znaczniejszych wahań.

Doświadczenie № IX (rys. 2 i 2'). Dwie larwy *Periplaneta orientalis*, od wyklucia (20.V) aż do linki na postać dorosłą (27.IV i 24.V roku następnego), były trzymane i ważone razem. Bezwzględna krzywa



Rys. 2. Krzywa wzrostu 2 karaluchów, żywnionych normalnie.

Fig. 2. Courbe de la croissance de 2 blattes nourries d'une façon normale.

wzrostu, zarówno jak i procentowe zestawienie przyrostów, są znacznie równomierniejsze, bowiem wszelkie wahania indywidualne oraz wywołane linkami zachodzą na siebie i zacierają się. Ogólny charakter krzywych pozostaje ten sam, co i na rys. 1 i 1'.

III. Wzrost i czas rozwoju prusaka (*Blattella germanica*).

Dane biologiczne, dotyczące prusaka *Blattella germanica*, zupełnie wierne i niewymagające sprostowań, znalazłem w monografji WILLEGO. Ponieważ prusak, ze względu na drobne rozmiary larw i łatwość biegania po szkle, nie nadaje się do kont-

roli wagowych, zaś różnice wymiarów linjowych pozwalają uchwycić tylko zasadnicze zmiany wielkości¹⁾, ważną dla określenia wpływu różnych rodzajów żywienia jest długość czasu, zużywanego w warunkach normalnych na przebycie całego okresu postembryonalnego, od wyjścia z kokonu aż do linki na postać dorosłą. Cyfry, w tej sprawie podane w pracy WILLEGO, mimo iż są zgodne z uzyskanymi w dawnych obserwacjach HUMMELA ('29), wydają mi się zbyt wysokie. Skłonny jestem przypuścić, iż szczególnie jednak górna granica (zupełnie zresztą wierna, gdyż bywają przypadki ostatecznego przepoczwarczenia dopiero po przeszło 200 dniach od chwili wylęgu) nie dotyczy zwierząt normalnych, lecz zahamowanych na pewien czas w rozwoju, podobnie jak w przypadkach, które opisuję poniżej. Granice czasu wzrostu postembryonalnego, notowane przez WILLEGO, wynoszą 123 — 244 dni, przez HUMMELA 115 — 161 dni, przytem WILLE zaznacza, że w temperaturze +30° C można rozwój przyspieszyć i otrzymać formy dorosłe już w 80 do 109 dni. Wobec tak dużych wahań koniecznością było dla kontroli wyznaczenie tego okresu w moich warunków hodowlanych.

Data wylęgnięcia	Data ostatniej linki	Ilość dni	Płeć
1.XII	5.III	94	♂
21.I	15.IV	81	♂
27.IV	4.VII	68	♀

Zwierzęta znajdowały się w temperaturze pomieszczenia +23° do +25° C, w optymalnych warunkach żywienia i wilgotności.

Rozmiary zwierząt, wyhodowanych w tych warunkach, wyniosły:

♂	długość	12.3	mm	szerość	pierwszego	tergitu	tułowiowego	4.0	mm
♂	"	12.8	"	"	"	"	"	4.0	"
♀	"	13.8	"	"	"	"	"	4.1	"

Liczby te są zgodne z przeciętnymi, podanymi przez WILLEGO, i pozwalają zwierzęta te uważać za normalne.

¹⁾ Larwy *Blattella germanica*, w zależności od wyciągania się lub skurczenia ciała, mogą zmieniać długość o 25%. Dlatego wszystkie wyniki pomiarów linjowych w pracy niniejszej są podane jako średnia arytmetyczna przynajmniej 3 pomiarów.

IV. Wzrost *Periplaneta orientalis* i *Blattella germanica*, hodowanych na pożywkach sztucznych.

Ideą przewodnią tych doświadczeń było zbadanie wpływu pokarmów różnowartościowych, pod względem źródeł i ilości azotu, na zachowanie i na potencje wzrostowe wymienionych owadów:

1°, gdy azot podawany był w różnych kombinacjach kwasów aminowych przy stałym procencie N w pożywce i

2°, gdy pokarm zawierał różne ilości azotu.

Przystępując do prób hodowania karaluchów i prusaków w powyższych warunkach odżywiania pokarmami o charakterze syntetycznym, mniej lub więcej niepełnowartościowym, pierwszą i najważniejszą sprawą było ustalenie, jak ustosunkowują się te zwierzęta do braku w pokarmie czynników dopełniających i czy wogóle szybko występująca awitaminoza nie uniemożliwi przeprowadzenia prób z pokarmem syntetycznym. Pierwsze moje doświadczenia, ogłoszone w 1926 r., poszły właśnie w tym kierunku. Stwierdziłem, iż u larw karaluchów i prusaków początkowy okres wzrostu na pożywce syntetycznej, trwający — dla karaluchów około 4 miesięcy, dla prusaków zaś 4 tygodnie, niczem nie różni się od wzrastania w warunkach pożywienia normalnego. Dalsze badania, które dzięki uzyskaniu dużej ilości karaluchów, wylęgniętych w mojej hodowli, pozwoliły mi na zbadanie reagowania na brak czynników dopełniających zwierząt, tylko co opuszczających okrywy jajowe, potwierdzają moje pierwotne dane w zupełności.

1. Technika doświadczeń.

Zwierzęta, trzymane w opisanych powyżej szklaneczkach z podłogą gipsową, karmione były raz na 3 dni pożywkami, złożonymi ze składników następujących:

Pożywka.	Owalbumina.	Żelatyna.	Glikokol.	Skrobia.	Sacharoza.	Agar-Agar.	Sole w/g Mc Col- lum i Si- monds Mélange de sels.
Régime.	Ovalbumine.	Gélatine.	Glycocolle.	Fécule.	Saccharoze.		
B	18%	—	—	56%	20%	2.3%	3.7%
Z	—	20%	—	56%	20%	—	4%
G	—	—	15%	61%	20%	—	4%

Jak widać z powyższego zestawienia, składniki dostarczające azot dobrane są w ten sposób, aby ogólny % N nie różnił się w poszczegól-

nych pożywkach. Tłuszcze wyeliminowane zostały zupełnie wobec niechęci, jaką zarówno karaluchy, jak i prusaki względem nich okazują.

Składowe części pożywki, otrzymywałem, jako produkty oczyszczone, z apteki Wendy w Warszawie. Dla utlenienia ewentualnych resztek czynników dopełniających, pożywkę, uprzednio dokładnie wymieszaną i roz-tartą w moździerzu porcelanowym, wsypywałem na dno szerokiej erlen-meyerki, a następnie ogrzewałem przez 24 godziny do 100° — 110°C przy stałym przepływie powietrza, przeciąganego zapomocą pompy ssącej. Następnie pożywkę zarabiano wodą destylowaną na rzadkie ciasto i suszono w cienkiej warstwie w temp. 60 — 70°C. Powstałe opłatki proszkowano i przechowywano w zamkniętych słoikach.

Larwy karaluchów, będące w doświadczeniu, ważyłem co dekadę z dokładnością do 1 mg. Larwy prusaków mierzyłem z dokładnością do 0.1 mm, przytem, jak zaznaczyłem, podany wynik jest średnią z kilku pomiarów tego samego zwierzęcia.

2. Wzrost na pożywkach sztucznych o różnych składnikach azotowych.

Cały proces wpływu awitaminozy na wzrost karaluchów wyjaśnia się dopiero po zestawieniu wyników, uzyskanych na pożywce B, z rezultatami, otrzymanymi na pożywkach Z i G, których braki pod względem pełnowartościowości produktu, dostarczającego azot, zdaje się, nie wywierają żadnego wpływu na wzrost badanych przedstawicieli rodziny *Blattidae*. Zwierzęta do pomieszczeń doświadczalnych brane były bezpośrednio po opuszczeniu kokonu, zwykle jeszcze białe, co pozwalało wnosić, że jedyne zapasy czynników dopełniających uzyskać mogły z jajka. Ważne jest również i to, iż w tych warunkach porównywać można zwierzęta jednego miotu, co w pewnym względzie zacieśnia różnice, które mogą być wywołane różnorodnością czynników dziedzicznych oraz innymi warunkami życia embrjonalnego.

Jednakowe cyfry rzymskie i arabskie w doświadczeniach z różnymi pożywkami oznaczają, iż zwierzęta pochodzą z tego samego kokonu.

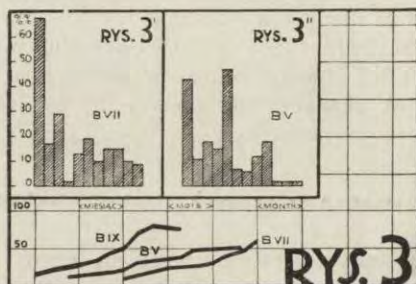
a. Pożywka B.

Doświadczenie B V (rys. 3 i 3''). Larwa *Periplaneta orientalis* wykłuta 16.VI. Waga po urodzeniu na początku doświadczenia 7 mg. Najwyższa waga, osiągnięta 23.X, wynosiła 35 mg. Zwierzę zatem w przeciągu 130 dni zwiększyło wagę pięciokrotnie. Śmierć nastąpiła 30.X. Dnia 1.VIII i 3.IX zwierzę podlegało linieniu.

Doświadczenie B VII (rys. 3 i 3'). Sześć larw karalucha, wykłutych na początku maja. Zważono i wzięto do doświadczeń 12.V, przy

przeciętnej wadze osobnika 9 mg. W okresie do 1.VII — 5 osobników zginęło. Pozostały osobnik żył do 8.IX. Zdechł w momencie linki, ważąc 54 mg. W przeciągu 120 dni zwiększył wagę sześciokrotnie.

Doświadczenie B IX (rys. 3). Dwie larwy karalucha, świeżo po wykluciu, 20.V, przeniesiono do warunków doświadczalnych. Waga osobnika 5.5 mg. Po 40 dniach jedno zwierzę zdechło, ważąc przed śmiercią 16.5 mg. Drugie pozostałe przy życiu, rosło do 10.VIII, dochodząc do 43 mg, czyli zwiększając wagę początkową ośmiokrotnie. Zdechło 31.VIII po 102 dniach, ważąc 39 mg.



Rys. 3. Krzywe przedstawiają wzrost karaluchów, karmionych na pożywce B.
Fig. 3. Les courbes expriment la croissance des blattes nourries de l'aliment B.

Doświadczenie B X. Siedem larw karalucha, wyklutych na początku kwietnia, umieszczono we wspólnym pomieszczeniu na pokarmie normalnym. 15.IV przeciętna waga osobnika wynosiła 18 mg. 1.XI, gdy zwierzęta osiągnęły wagę 200 — 250 mg, jeden osobnik, wagi 255 mg, przeniesiony został na pożywkę B. Tempo wzrostu zostało silnie wzmoczone. Zwierzę 19.II osiągnęło dojrzałość płciową, jako samica wagi 600 mg. Na pożywce B przyrost wynosił 345 mg w przeciągu 120 dni. Samica ta 1.III została złączona z samcem, jednak ani jedno, ani drugie zwierzę nie wykazało wzajemnego zainteresowania. Po tygodniu samiec został zjedzony. 31.III samica zdechła, ważąc 715 mg. Do tego czasu kokon nie zjawił się.

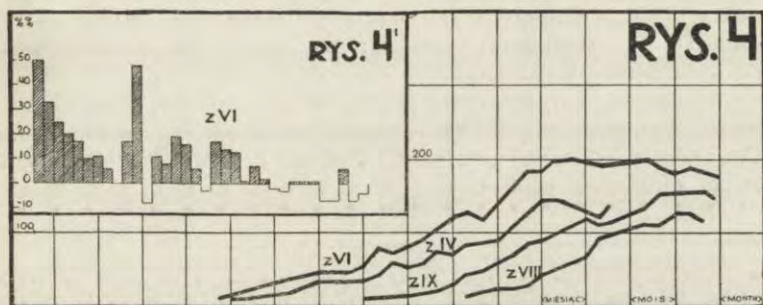
Doświadczenie B 2 (tab. I B). Larwa *Blattella germanica* świeżo po wykluciu 21.I wzięta do doświadczeń. Długość 3.3 mm, szerokość pierwszego tergitu tułowiowego 1 mm. Żyła do 15.VI, czyli koło 5 miesięcy, osiągając rozmiary: długość 6.5 mm, przy szerokości pierwszego tergitu tułowiowego—2.4 mm.

Jak widać z powyższego i odnośnych rysunków 3 i 3' i tab. I B, wyraźnie zaznacza się początkowy okres wzrostu zwierząt, nieodbiegający od szybkości wzrastania normalnie żywionych tego samego wieku. Porównanie jednak z poniżej podanymi wynikami wzrostu larw na pożywce Z i G wykazuje, iż w powyższych doświadczeniach śmierć zwierząt jest przedwczesna, jeśliby przy-

czyną było tylko występowanie awitaminozy. Wobec tego, iż pożywki Z i G, na których czas wzrostu trwał znacznie dłużej, różnią się jedynie od pożywki B brakami pod względem ilości i jakości kwasów aminowych, przy tych samych brakach czynników dopełniających, zmuszeni byłibyśmy do mało prawdopodobnych przypuszczeń, iż obniżenie pod względem jakości źródła azotu działa rekompensująco na brak czynników dopełniających lub też, co zdaniem mojem jest prawdopodobniejsze, do stwierdzenia, iż owalbumina dla larw badanych *Blattidae* jest niewskazanym źródłem azotu. Zaznaczyć jednak muszę, iż próba zastąpienia jej przez kazeinę, ekstrahowaną alkoholem, dała jeszcze gorsze rezultaty.

b. Pożywka Z.

Doświadczenie Z VIII (rys. 4). Jedna larwa *Periplaneta orientalis*, wykluta 22.VI, wagi 10 mg. Pierwsza linka 31.VII przy wadze 25 mg. 11.XI, to jest po 142 dniach, zwierzę osiągnęło wagę 132 mg, trzynastokrotnie zwiększając ciężar początkowy. Zdechło 1.XII, ważąc 123 mg.



Rys 4. Cztery krzywe wzrostu karaluchów, karmionych pożywką Z. Litery i cyfry rzymskie odpowiadają odnośnym doświadczeniom, opisanym w tekście.

Fig. 4. Quatre courbes représentent la croissance de blattes nourries de l'aliment Z. Les lettres et les chiffres romains indiquent les expériences respectives, décrites dans le texte.

Doświadczenie Z IV (rys. 4). Larwa *Periplaneta orientalis*, wykluta 11.II, wagi 10 mg. 13.IX, t. j. po 214 dniach, zwierzę osiąga swą maksymalną wagę 140 mg. Ten ciężar larwy utrzymuje się aż do śmierci, która nastąpiła 7.XI. Zwierzę przeżyło 268 dni.

Doświadczenie Z III. Larwa *Periplaneta orientalis*, wagi 10 mg, wykluta 10.V. Maksymalną wagę 148 mg osiągnęła 19.II roku następnego, czyli po 253 dniach. W tym okresie czasu larwa zwiększyła wagę początkową piętnastokrotnie. Zwierzę zdechło 19.III, obniżając uzyskany ciężar ciała do 132 mg.

Doświadczenie Z VI (rys. 4 i 4'). Dwie larwy *Periplaneta orientalis*, wyklute 20.III, wagi początkowej po 10 mg. Jedna zdechła 1.VII, zwiększwszy swój ciężar do 50 mg. Pozostała żyła do 20.II roku następnego, t. j. 337 dni. Najwyższą wagę 200 mg osiągnęła larwa 22.XI, po 246 dniach. W przeciągu 50 dni, t. j. do 10.I następnego roku, ciężar był utrzymany w normie, w dalszym ciągu zwolna opadał, wynosząc w dniu śmierci 170 mg.

Doświadczenie Z IX (rys. 4). Dwa osobniki larwalne *Periplaneta orientalis* wagi 4 i 7 mg, wyklute 20.V. Mniejszy zdechł 23.X, ważąc 61 mg (piętnastokrotne zwiększenie wagi). Większy—maksimum, wynoszące 159 mg, osiągnął 10.I następnego roku, zwiększając wagę początkową 23-krotnie w przeciągu 235 dni. W dziesięć dni potem zdechł. W dniu śmierci ważył 124 mg.

Doświadczenie Z 2 (tab. I Z). Larwa *Blattella germanica*, wykluta 22.I. Wymiary: długość 3.3 mm, szerokość tergitu protorakalnego 1 mm. Karmiona pożywką Z, osiągnęła dojrzałość płciową, jako samica, 10.IX, to jest po 229 dniach (gdy normalnie żywiona larwa dojrzała po 81 dniach). Wymiary: długość 10.1 mm, szerokość pierwszego tergitu tułowego 3.7 mm. Po przepoczwarczeniu, złączona z normalnie wyhodowanym samcem, nie wytworzyła kokonu. Zdechła 19.XI.

Doświadczenie Z 3. Larwa *Blattella germanica*, wykluta 27.IV. Wymiary: 3.4 mm długości, 1 mm szerokości pierwszego tergitu tułowia. Zdechła 30.VIII, osiągnąwszy wymiary: długość 6.5 mm, szerokość pierwszego tergitu tułowia 3.7 mm.

Wyniki te, wyraźnie odbiegające od poprzednich, uzyskanych na pożywce syntetycznej pełnowartościowej, są zasadniczo zgodne z wynikami, osiągniętymi przy ograniczeniu pożywki azotowej jedynie do glikolu, jak zobaczymy poniżej.

c. Pożywka G.

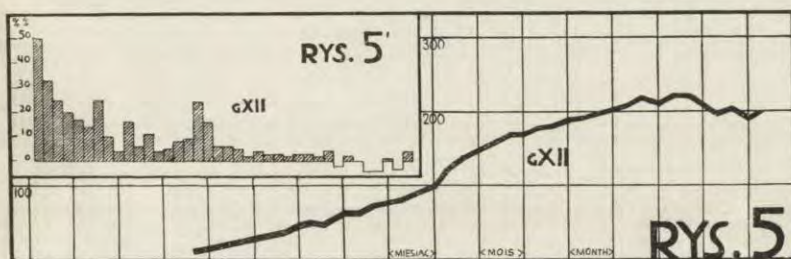
Doświadczenie G XI. Dwie świeżo złowione larwy *Periplaneta orientalis*, ważące 170 i 360 mg, umieszczono 12.I w szklance doświadczalnej na pożywce G. Większa zdechła 13.IX t.j. po ośmiu miesiącach, osiągnąwszy wagę 660 mg, odbywszy w ciągu doświadczenia (8.V) linkę na stadium nimfy. Mniejsza zdechła 26.III roku następnego, przebywając w warunkach doświadczalnych 14 miesięcy. Na 2 tygodnie przed śmiercią dosięgła wagi 415 mg, która utrzymała się do końca życia.

Doświadczenie G X. Jedna z 7 larw *Periplaneta orientalis*, wyklutych w początkach kwietnia, do 23.X żywiona normalnie, osiągnąwszy wagę 275 mg, przeniesiona została na pożywkę G. Wzrost nie szedł tak szybko, jak u bliźniaka, karmionego pożywką B, jednak 14.IV, t. j. po 175 dniach, przy wadze 495 mg, i to zwierzę osiągnęło dojrzałość płciową (♂). Połączenie w jednej szklance z normalnie wyhodowaną, świeżo wyliniałą samicą nie dało pozytywnych rezultatów zapłodnienia, ani nawet wyraźniejszego zainteresowania płcią przeciwną. Zwierzę zdechło 11.V.

Doświadczenie G XII (rys. 5 i 5'). Larwa *Periplaneta orientalis*, świeżo wykluta 18.III, wagi 10 mg, przetrzymana została na pożywce G do chwili śmierci, 9.IV roku następnego. W tym przeciągu czasu, 386 dni, zwierzę (29.II) osiągnęło wagę 218 mg, niemal 22-krotnie zwiększając swój ciężar początkowy. W dniu śmierci ważyło 205 mg.

Doświadczenie G 1 (tab. II G). Larwa *Blattella germanica*, wykluta 1.XII, o wymiarach: długość 3.0 mm, szerokość pierwszego tergitu tułowia 1 mm. Na pożywce G osiągnęła dojrzałość płciową ♀ 21.IV t. j. po 141 dn. Wymiary: 11.9 mm długość oraz szerokość pierwszego tergitu tułowia 4 mm. Połączona z samcem natychmiast po lince, do 29.VI nie wytworzyła kokonu. Tegoż dnia została zabita i utrwalona do badań histologicznych.

Doświadczenie G 2 (tab. I G). Larwa *Blattella germanica* wykluta 22.I, o wymiarach: 3.3 mm. długości oraz szerokości tergitu przedtuł. 1 mm. Po 118 dniach, 21.V, osiągnęła rozmiary: 7 mm długości przy szerokości pierwszego tergitu tułowia 2.5 mm. Została utrwalona do obserwacji histologicznych.



Rys. 5. Krzywa wzrostu karalucha, karmionego pożywką G.
Fig. 5. Courbe de la croissance d'une blatte nourrie de l'aliment G.

Jak wynika z powyższych doświadczeń, zarówno karaluchy, jak i prusaki, wykazują w końcu wrażliwość na brak czynników dopełniających, jednak długotrwały wzrost oraz, jak u *Blattella germanica*, przypadki osiągania dojrzałości płciowej (dośw. Z 2 oraz G 1) pozwalają uważać je za zwierzęta bardzo na brak tych czynników wytrzymałe. Jak wykazują krzywe wzrostu dla *Periplaneta orientalis* oraz zestawienia cyfrowe wymiarów dla *Blattella germanica*, zwierzęta, od chwili wylęgu przeniesione do warunków doświadczalnych, podczas 1/4 do 1/3 całkowitego okresu wzrostu postembrjonalnego rosną jednakowo, zarówno żywione normalnie, jak i pokarmami syntetycznymi (pożywka B, Z, G). Dopiero od czwartego miesiąca u karaluchów, a 4-go tygodnia u prusaków, dają się zauważyć różnice w przyrostach i krzywe normalne

wyraźnie odbiegają od syntetycznych. Tem nie mniej wzrost karalucha, aczkolwiek na pożywkach syntetycznych wyraźnie malejący, trwa jeszcze około 5—7 miesięcy tak, że sumarycznie przyrastanie trwa nieco krócej, niż normalny okres rozwoju, t. j. 8—10 miesięcy. W tym jednak okresie czasu karaluchy osiągają na pożywkach syntetycznych w najlepszym przypadku 1/3 tej wagi, do jakiej dochodzą przy żywieniu normalnem. Przy sztucznie zestawionym pokarmie, po osiągnięciu maksimum, następuje charakterystyczny zastój, trwający czasem nawet do 2 miesięcy, potem zaś rozpoczyna się powolne obniżanie, przytem zwierzę do chwili śmierci traci około 15% uzyskanej wagi.

Tabela I.

Po dniach <i>Jours écoulés</i>	N a p o ż y w k a c h — R e g i m e						
	N	B	Z	G	5% Z	O	O'
	w m i l i m e t r a c h — m i l i m e t r e s						
—	3.3×1.0	3.3×1.0	3.3×1.0	3.3×1.0	3.3×1.0	3.3×1.0	3.3×1.0
37	5.3×2.0	4.2×1.4	4.1×1.5	4.2×1.4	4.0×1.3	3.4×1.0	3.3×1.0
50	—	4.3×1.6	—	4.5×1.6	4.6×1.5	3.3×1.0	3.2×1.0
66	8.2×4.0	5.0×1.5	5.4×2.0	4.6×1.8	—	3.4×1.1	—
78	9.6×4.0	5.3×2.0	5.4×2.0	5.2×2.2	4.5×1.5	3.6×1.0	3.6×1.1
81	♂ 12.8×4.0	—	—	—	—	zdechła	3.6×1.1
100	—	6.0×2.4	5.5×2.0	—	4.8×1.9	—	5.3×1.8
104	—	—	—	—	—	—	5.8×2.3
119	—	6.5×2.4	5.5×2.0	7.0×2.5	4.9×2.0	—	6.3×2.7
150	—	zdechła	6.7×2.5	zabita	5.4×2.0	—	10.5×4.5
157	—	—	—	—	—	—	♀ 14.2×4.2
229	—	—	♀ 10.1×3.7	—	6.7×2.3	—	—
254	—	—	10.9×4.0	—	—	—	—
325	—	—	—	—	7.7×3.0	—	—
379	—	—	—	—	8.5×3.2	—	—

na pożywcę normalnej

Jak zaznaczałem, dane te formułuję, opierając się na krzywych Z oraz G. Porównywując z nimi krzywe B, widzimy, iż nachylenie ich nie odbiega zasadniczo od nachylenia poprzednich krzywych, czyli że szybkość wzrostu jest ta sama, co również jest widoczne na wykresach przyrostów procentowych. Krzywe, uzyskane w doświadczeniach z pożywką B, urywają się jednak raptownie z chwilą śmierci zwierzęcia, zwykle nie ujawniając charakterystycznych okresów zahamowania wzrostu i stopniowego obniżania wagi. Jeśli nadto dodać, że nie obserwowałem nigdy u owadów na pożywcę B znamiennych w chwili występowa-

nia awitaminozy zjawisk zmatowienia okrywy chitynowej oraz osowiałości zwierzęcia, sądzę, iż słusznie krótkość ich życia, nieprzekraczającą 4-ch miesięcy, tłumaczę występowaniem obok awitaminozy jakichś czynników ubocznych. U *Blattella germanica* spotykamy się z jeszcze dalej posuniętą odpornością na brak czynników dopełniających, bowiem w dwu przypadkach udało się w tych warunkach doprowadzić larwy do dojrzałości płciowej (pożywki Z i G). Porównanie jednak czasu wzrostu postembrjonalnego—141 i 229 dni (gdy zwierzęta kontrolne, hodowane normalnie, zużyły na to 81 i 95 dni), dalej nikłe wymiary (długość 10.1 i 11.9 mm przy 3.7 — 4.0 mm szerokości pierwszego tergitu tułowiowego), wreszcie bezpłodność pozwalają twierdzić, że brak czynników dopełniających i w tych przypadkach zaznacza się wyraźnie.

Niewrażliwość na awitaminozę u *Blattella germanica* podkreślał już WOLLMAN ('26). Według danych powyższych przypuszczenie tego autora nie jest słuszne, a wyniki, uzyskane przez niego, potwierdzają jedynie fakt dużej wytrzymałości prusaków pod tym względem. Zastosowanie przez WOLLMANA ryżu polewanego, kazeiny prażonej, nawet sterylizowanych, aczkolwiek wywołujących awitaminozę u kręgowców, nie jest dostateczną gwarancją ich czystości pod względem czynników dopełniających, niezbędnych dla owadów. Fakt wyhodowania w tych warunkach aż 14 generacji dowodzi jedynie odrębności ich wymagań i daleko posuniętej odporności.

3. Wpływ poszczególnych czynników dopełniających.

Pragnąc stwierdzić, czy karaluchy i prusaki są wrażliwe na najbardziej typowe czynniki dopełniające, próbowałem uzupełniać pożywki B i Z wyciągiem z otrąb z witaminą antiberiberi, uzyskanym od d-ra FUNKA i zbadanym biologicznie na gołębiach. Zarówno w stosunku do karaluchów, jak i prusaków, rezultat był zasadniczo ujemny.

Doświadczenie B+B 1 (tab. II B+B). Larwa *Blattella germanica*, wykluta 1.XII. Wymiary: długość 3.1 mm oraz 1 mm szer. pierw. terg. tułowiowego. Larwa otrzymywała pożywkę B wraz z wyciągiem witaminy antiberiberi. Po 285 dniach, 10.IX roku następnego, osiągnęła dojrzałość płciową (♀) przy wymiarach długości 10 mm oraz 3.7 mm szer. przedtułowiowego. Brak zdolności rozrodczych.

Doświadczenie B + B XIII. Dwie larwy *Periplaneta orientalis* po trzymiesięcznej hodowli na pożywce B zostały rozdzielone. Jedna, wagi 290 mg, pozostawiona w poprzednich warunkach, druga, wagi 200 mg, przeniesiona na pożywkę B z wyciągiem witaminy antiberiberi. Doświadczenie rozpoczęto 21.IV. Karaluch, otrzymujący witaminę, zdechł wcześniej, 15.VIII, wykazując wagę 235 mg. Karaluch kontrolny zdechł o dwa tygodnie później, ważąc w dniu śmierci 305 mg.

Kilkakrotnie próbowałem też zwierzęta, zahamowane we wzroście wskutek braku czynników dopełniających, pobudzić dodawaniem do pożywki B masła lub drożdży. W obu przypadkach otrzymałem rezultaty ujemne. Natomiast zwierzęta takie łatwo wznawiają wzrost po przeniesieniu na pożywkę normalną.

Tabela II.

Po dniach <i>Jours écoulés</i>	Na pożywkach — Régime			
	N	B + B	G	C
	w milimetrach — millimetres			
—	3.1×1.0	3.1×1.0	3.0×1.0	3.1×1.0
90	10.9×3.9	6.0×2.5	7.5×2.7	3.1×1.0
94	♂ 12.3×4.0	—	—	3.2×1.0
103	—	5.8×2.7	7.7×3.0	zdechła
120	—	—	8.4×4.4	—
132	—	6.6×2.6	8.8×4.3	—
141	—	—	♀ 11.9×4.0	—
204	—	7.5×3.2	—	—
285	—	♀ 10.0×3.7	—	—

Doświadczenie Z XIV. Larwa karalucha, ważąca 7 mg, wzięta do doświadczenia 14.V, bezpośrednio po opuszczeniu kokonu. 10.I roku następnego osiągnęła wagę 199 mg, która z wahaniami, nieprzekraczającymi 10 mg, pozostała bez zmiany w ciągu 4 miesięcy. 10.IV rozpoczął się spadek wagi do 185 mg. Tegoż dnia zwierzę przeniesione zostało na pokarm normalny. W przeciągu 2 tygodni nastąpiła linka, w dalszym ciągu do 20.VI zwierzę osiągnęło wagę 320 mg.

Doświadczenie B XXX. Dwie larwy *Periplaneta orientalis*, zahamowane we wzroście na pożywce B od 20.IX, przeniesione zostały na pokarm normalny dnia 10.I roku następnego. Wspólna waga obu osobników z okresu zahamowania wahała się w granicach 620 — 640 mg. Do dnia 20.V obie larwy przebyły ostatnią linkę, osiągając dojrzałość płciową przy wadze (wspólnej) 1200 mg.

Na zasadzie powyższego wydaje się prawdopodobny wniosek, że badane *Blattidae* wymagają bądź to specjalnych czynników dopełniających, bądź też całego ich zespołu, bowiem na pojedynczo podawane preparaty nie reagują zupełnie.

4. Wpływ jakościowo różnowartościowych źródeł azotu w pożywce.

Obok sprawy czynników dopełniających, porównanie wyników, uzyskanych na pożywkach B, Z, G, daje ilustrację reagowania karalucha i prusaka na pożywki o różnych źródłach azotu. W pożywce B azot dostarcza pełnowartościowe białko — owalbumina. Pożywka Z, w której albumina białka kurzego zastąpiona została żelatyną, ma źródło azotu defektowane ze względu na brak tryptofanu i tyrozyny. Wreszcie, jak widać z porównania składu pożywek, w pożywce G azot dostarczony jest tylko przez jeden kwas aminowy — glikokol. Procentowa ilość azotu w pożywkach została zachowana. Zakładając zgodnie ze względami powyżej wymienionymi, iż wczesna śmiertelność na pożywce B jest zjawiskiem ubocznym, stwierdzić można, że charakter wzrostu we wszystkich trzech grupach doświadczeń jest mniej więcej jednakowy i że nawet właśnie na pożywce glikokolowej uzyskane zostały stosunkowo największe rozmiary przepoczwarzzonej samicy *Blattella germanica* oraz osiągnięto największą wagę u *Periplaneta orientalis*. Jeżeli wziąć pod uwagę, że na pokarmie ze zdefektowanym białkiem lub tylko jednym kwasem aminowym zwierzę może odbyć całkowity rozwój postembrjonalny aż do postaci dorosłej (prusak), albo jak u karalucha, przeszło dwudziestokrotnie zwiększyć swą wagę, uważać można niemal za pewnik, że owady te muszą syntetyzować brakujące kwasy aminowe, a więc zapewne i tryptofan oraz tyrozyne, co potwierdzałyby obserwacje, poczynione przez JEZEWSKĄ ('26) nad *Calliphora vomitoria*. Zjawisko to w tej chwili nie może być z całą pewnością odniesione do organizmu owadów, bowiem, jak wspominałem, pewną rolę odgrywać tu może zarówno flora, jak i fauna przewodu pokarmowego, analogicznie do głośniejszej w czasach ostatnich kwestji wyzyskiwania azotu mocznika przez ssaki przeżuwające.

5. Wzrost na pożywkach o różnych ilościach azotu.

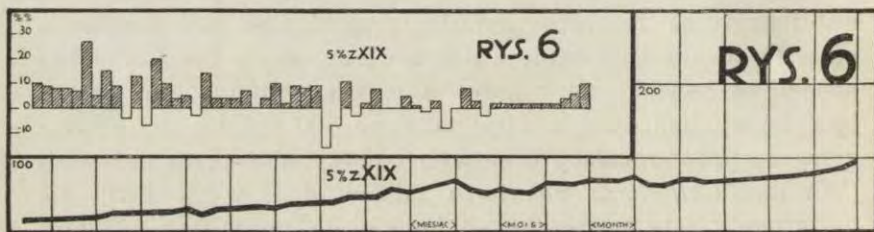
Dla zbadania, jakie zmiany w charakterze wzrostu wywołują ilościowo różne zawartości azotu w pożywce, zostały przygotowane preparaty następujące:

	Owalbumina. <i>Ovalbumine.</i>	Żelatyna. <i>Gélatine.</i>	Skrobia. <i>Fécule.</i>	Sacharoza. <i>Saccharose.</i>	Sole. <i>Sels.</i>
5% Z	—	5%	65%	26%	4%
C Z	—	96%	—	—	4%
A	96%	—	—	—	4%

Wobec złych wyników, uzyskanych z owalbuminą, doświadczenia przeprowadziłem na pożywkach żelatynowych. Jako materiał porównawczy służyć dane z hodowli na pożywce Z, w której ilość żelatyny wynosiła 20%.

d. Pożywka 5% Z.

Doświadczenie 5% Z XIX (rys. 6 i 6'). Larwa karalucha, wykluta 8.III, ważąc na początku doświadczenia 10 mg, zdechła 12.X roku następnego jako larwa, mimo że przeżyła na pożywce 5% Z dziewiętnaście miesięcy, czyli półtora raza dłużej, niż przecięg czasu, jakiego na całkowity okres wzrostu wymaga karaluch, żywiony normalnie. Zwierzę rośnie bardzo powoli (rys. 6 i 6') aż do 10.I, czyli przez połowę okresu swego życia, zwiększając wagę zaledwie siedmiokrotnie, gdy na pożywce Z, przy 20% zawartości żelatyny, w tym okresie czasu waga już była zwiększona 20-krotnie. Od 10.I do 10.IX zwierzę utrzymywało się w normie przy wahanich, nieprzekraczających 10 mg. Pewne zwiększenie się wagi w ciągu ostatniego miesiąca, jak mi się zdaje, zależy od jakichś czynników ubocznych (znaczące zmagazynowanie wody?). W ciągu doświadczenia zwierzę odbyło dwie linki.



Rys. 6. Krzywa wzrostu karalucha, karmionego na pożywce 5% Z (z ograniczoną procentowo ilością azotu).

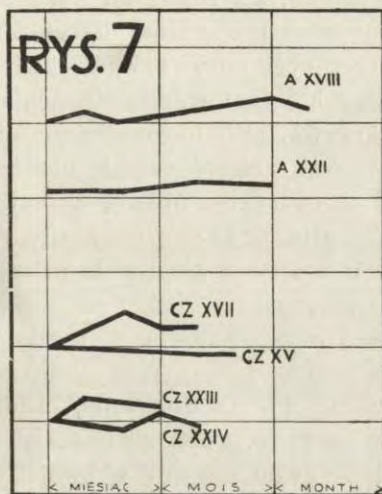
Fig. 6. Courbe de la croissance d'une blatte, nourrie de l'aliment 5% Z (taux d'azote réduit).

Doświadczenie 5% Z 2 (tab. I, 5% Z). Larwa *Blattella germanica*, wykluta 22.I, o wymiarach: 3.3 mm długość, 1 mm szerokość pierwszego tergitu tułowiowego. Wzrost zwierzęcia, jak wynika z tabeli I, odbywał się powoli, wyraźnie odbiegając pod względem natężenia od wzrostu osobników bliźniaczych, karmionych pożywką z 20% żelatyny. Zwiększanie się zwierzęcia trwa tu jednak znacznie dłużej. Po 363 dniach od urodzenia zwierzę osiągnęło długość 8.5 mm oraz 3.1 mm szerokości tergitu przedtułowiowego.

e. Pożywki CZ i A.

Doświadczenie CZ XV (rys. 7). Larwa karalucha, wagi 340 mg, wzięta do doświadczenia 22.VI. Ciężar, utrzymywany w normie do 22.VII, w ciągu następnego miesiąca spadł do 290 mg, 21.VIII zwierzę zdechło.

Doświadczenie CZ XVI. Larwa karalucha, wykluta na początku kwietnia, wzięta do doświadczenia 12.IV, gdy wykazywała ciężar 18 mg, po miesiącu w dniu śmierci ważyła 15 mg.



Rys. 7. Krzywe wzrostu karaluchów, karmionych czystym białkiem (A—owalbuminą, CZ — żelatyną). Odstępy między liniami poziomymi wykresu odpowiadają różnicom, wynoszącym 100% wagi początkowej (np. karaluch CZ XVII w drugiej dekadzie osiągnął 50% zwiększenia swej wagi początkowej).

Fig. 7. Courbes de la croissance de blattes nourries uniquement d'albumine (A — ovalbumine, CZ — gélatine). Les espaces libres entre les lignes horizontales du diagramme correspondent aux différences qui atteignent 100% du poids initial (par exemple le poids de la blatte CZ XVII a atteint pendant la seconde décade une augmentation équivalant à 50% du poids initial).

Doświadczenie CZ XVII (rys. 7). Larwa karalucha świeżo wykluta 12.VIII, wagi 8 mg, zdechła 21.IX po 40 dniach, ważąc 10 mg.

Doświadczenie CZ 3. Larwa *Blattella germanica*, wykluta 27.IV, zdechła 13.V po 17 dniach, nie wykazując przyrostu.

Doświadczenie A XVIII (rys. 7). Świeżo wykluta 6.VII larwa *Periplaneta orientalis*, wagi 9 mg, zdechła po dwu miesiącach przeszło, 17.IX, ważąc 10 mg.

Doświadczenie A X. Jedna z siedmiu larw karalucha, doprowadzona w ciągu 6 i pół miesiąca na pokarmie normalnym do wagi 180 mg, 1.XI została przeniesiona na czystą owalbuminę z mieszaniną soli. Zwierzę zdechło 11.XII, w dniu śmierci ważąc 176 mg.

Z porównania powyższych danych oraz odnośnych krzywych wynika, że obraz wzrostu karalucha i prusaka, w zależności od ilości azotu w pożywce, ulega daleko idącym zmianom, w przeciwieństwie do braku różnic w przyrostach, gdy źródło azotu było zmieniane jedynie jakościowo.

W przypadku ograniczenia ilości pożywki azotowej, odpowiednio i szybkość przyrastania wybitnie maleje. Krzywa wzrostu wznosi się bardzo powoli, ale równomiernie i stale. Zaznacza się to i na krzywej przyrostów procentowych (rys. 6'), gdzie niema, jak w przypadkach dotyczących pożywki Z, wielkich przyrostów w ciągu dekad początkowych i raptownego obniżenia podczas miesiący następnych. Cała krzywa, jeśli nie rachować sporadycznych wyskoków, wyrównywanych zresztą zwykle obniżeniem wagi w sąsiedniej dekadzie, ma charakter równy, wahający się w granicach około 10% przyrostu w każdej dekadzie. W drugiej połowie zahamowanie wzrostu zaznacza się rzadkiem występowaniem dekad, wykazujących przyrost.

Dosyć nieoczekiwane natomiast wyniki zaznaczyły się w przypadkach karmienia zwierząt czystym białkiem z solami. Owady badane, bądź to na żelatynie, bądź na owalbuminie ginęły bardzo szybko, nie zaznaczając przyrostu wagi. Jest to jeszcze jeden dowód przeciw w swoim czasie powszechnej hipotezie o równoważności reszty bezazotowej białka w stosunku do węglowodanów lub tłuszczów. Niespodziewany charakter tych rezultatów występuje tem wyraźniej, jeśli wyniki, otrzymane na czystym białku, porównać z krzywami, zbudowanymi na zasadzie wahań wagowych zwierząt, karmionych całkowicie bez azotu (analiza KJELDAHLA wykazała ślady N w granicach błędu), a które podane będą poniżej. Gdy na czystych węglowodanach udało się przetrzymać zwierzę w ciągu 6 — 8 miesięcy, to pożywka A i CZ pełnowartościowa, przynajmniej pod względem pierwiastkowej zawartości składników, działa nieomal jak trucizna, zabijając zwierzę zwykle po 3 — 6 tygodniach trwania doświadczenia. Ta przewaga węglowodanów nad białkiem zdawała mi się nieprawdopodobna tak dalece, że skłonny byłem przypuszczać, iż owady badane nie chcą dla jakichś względów spożywać podawanego pokarmu i giną poprostu z głodu. O niesłuszności tego przypuszczenia przekonało mnie prześledzenie przejawów „głodówki“ u karaluchów i prusaków i porównanie krzywych wagowych obu seryj doświadczeń.

Doświadczenie 1 (rys. 8). Larwa karalucha, wagi 200 mg. Głodzenie rozpoczęte 23.X. Śmierć 21.XI po 29 dniach. Waga w dniu śmierci 140 mg. Strata 30%.

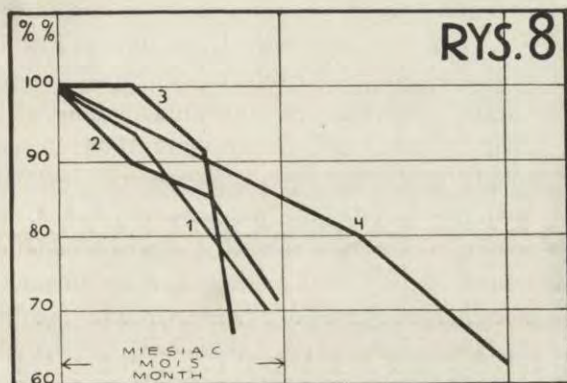
Doświadczenie 2 (rys. 8). Larwa karalucha wagi 490 mg. Głodzona od 23.X. Zdechła 23.XI po 31 dniach, ważąc 350 mg. Strata 30%.

Doświadczenie 3 (rys. 8). Larwa karalucha świeżo wykluta 2.VII, wagi 7 mg. Głodzona—zdechła po 22 dniach, ważąc 4.5 mg. Strata 36%.

Doświadczenie 4 (rys. 8). Nimfa karalucha wagi 570 mg. Głodzona od 17.III do 21.V. Po 65 dniach, w dniu śmierci, ważyła 350 mg. Strata 39%.

Doświadczenie 10. Larwa karalucha od wyklucia 14.IV do 1.XI kontrolowana we wroście na pokarmie normalnym. Tegoż dnia przeniesiona została na „głodówkę”. Waga początkowa 240 mg. Zwierzę zdechło 14.XI, po dwóch tygodniach, ważąc 186 mg. Strata 22%.

Larwy *Blattella germanica*. Świeżo wyklute nie znoszą głodu, przekraczającego 10 dni. Śmierć następuje po 8 i 9 dniach.



Rys. 8. Krzywe spadków wagi larw karaluchów głodzonych. Waga początkowa każdego osobnika przyjęta za 100.

Fig. 8. Courbes de la diminution du poids des larves de blattes soumises au jeûne. Le poids initial de chaque animal a été considéré comme = 100.

Zarówno *Periplaneta orientalis*, jak i *Blattella germanica* nie należą zatem do zwierząt, magazynujących wcześniej uzyskany pokarm i mogących jego kosztem przeżyć szereg tygodni. Następstwa głodu zaznaczają się od pierwszej dekady doświadczenia w postaci charakterystycznego spadku wagi. Gdy ubytek dojdzie mniej więcej do 30% wagi początkowej, zwierzę zwykle zdycha. Następuje to po 3 — 6 tygodniach.

Z powyższego jasnym się staje, iż śmierć na pokarmie czysto białkowym, aczkolwiek następująca mniej więcej w przeciągu tego samego okresu czasu, pochodzi z innych przyczyn, niż głodzenie.

Brak zaś charakterystycznego dla głodówki spadku wagi przy karmieniu pożywkami białkowymi wskazuje, że mamy tu do czynienia z zasadniczo innym zjawiskiem.

f. Pożywki z nieorganicznym źródłem azotu.

Wobec braku zasadniczych różnic w szybkości wzrostu, zarówno na pełnowartościowej pod względem azotu pożywce (B), jak i przy ograniczaniu pożywki azotowej jedynie do glikokolu (G), spróbowałem rozwiązać pytanie: czy zwierzęta, mogące tak dobrze użytkować azot z najprostszego kwasu aminowego, nie dałyby analogicznych rezultatów przy zastosowaniu nieorganicznego źródła azotu, np. $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$.

Doświadczenia, przeprowadzone zarówno nad karaluchem, jak i nad prusakiem, nie dały pozytywnych rezultatów. Przytem jednak szybko, bo w przeciągu 7—10 dni następująca śmierć zwierzęcia, wskazywałaby jedynie na nieodpowiednio dobraną sól, działającą trująco bądź ze względu na koncentrację jonów wodorowych, bądź z jakichś innych przyczyn. Jeśli bowiem założymy, że zwierzę jedynie nie mogło korzystać z nieorganicznego źródła azotu, to wobec zawartości węglowodanów zachowanie i żywotność winny być analogiczne do stosunków, panujących na pokarmie całkowicie pozbawionym azotu; wyniki, podane w rozdziale następnym, wskazują, że owady badane mogą w tych warunkach zachować swą wagę przez czas jedenastu miesięcy.

6. Zachowanie się *Periplaneta orientalis* i *Blattella germanica* na pokarmie bezazotowym.

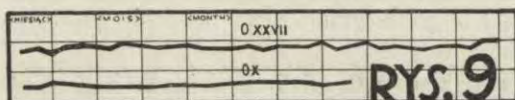
Dla uzupełnienia obrazu wzrostu i zachowania się karalucha i prusaka w różnych warunkach odżywiania azotowego, zająłem się kwestją reagowania tych owadów na pożywkę, pozbawioną składnika, dostarczającego azot, w której zatem mogły występować zaledwie ślady tego pierwiastka. Jak zaznaczyłem, ilości wykazane metodą KJELDAHLA, zawierały się w granicach błędu.

	Skrobia. <i>Fécule.</i>	Sacharoza. <i>Saccharose.</i>	Sole. <i>Sels.</i>
Pożywka O	66%	30%	4%
Pożywka C	—	96%	4%

Jak zwykle, doświadczeniom poddane były osobniki świeżo urodzone oraz starsze, już przez pewien czas żywione normalnie.

Doświadczenie O XXVII (rys. 9). Larwa karalucha, wagi 230 mg, przeniesiona na pożywkę O dn. 9.I. W następnej dekadzie osiąga 240 mg. Do końca życia, to jest do 4.XII, zwierzę, zarówno jak i w innych doświadczeniach, ważone co 10 dni, zachowało swój ciężar w granicach 235 do 240 mg. Skrajne wartości wagi, uzyskane 20.III — 250 mg oraz 22.VI — 225 mg, zaraz w następnej dekadzie zostały wyrównane. Zresztą i te najwyższe odchylenia +10 i —15 od 240 miligramowej normy leżą zupełnie w granicach wahań, zależnych od wilgotności, chwilowego nagromadzenia kału i t. p. W dniu śmierci zwierzę ważyło 235 mg. Na pożywce bezazotowej larwa przeżyła ogółem 329 dni.

Doświadczenie O X (rys. 9). Larwa karalucha od wyklucia, 14.IV, hodowana na pokarmie normalnym, posiadała wagę 250 mg. 1.XI przeniesiona na pożywkę O. 7.XI odbyła linkę. 11.XI zwierzę ważyło 275 mg, w dziesięć dni potem ciężar wynosił 280 mg i od tego czasu rozpoczął się powolny, ale stały spadek, który 9.II roku następnego doprowadził do wagi 244 mg. Od tego dnia zaczyna się okres zahamowania, trwający do 28.VIII, w którym to dniu zwierzę zdechło. Wahania oscylowały od 220 do 240 mg bez wyraźnej spadkowej tendencji, bowiem ostatnia waga wynosiła 240 mg.



Rys. 9. Zestawienie wag larwy karalucha na pożywce bezazotowej. Odstępy między liniami poziomymi wykresu odpowiadają 25% różnicy od wagi początkowej.

Fig. 9. Comparaison des poids d'une larve de blatte, nourrie d'aliments privés d'azote. Les espaces libres entre les lignes horizontales du diagramme, correspondent à la différence de 25% par rapport au poids initial.

Doświadczenie to, podobne w wynikach do poprzedniego, a trwające 301 dni, rzuca dosyć ciekawe światło na stosunki wzrostowe, panujące po linie. Obydwa doświadczenia przekonują, że zwierzęta badane nie znajdują w pożywce jedynie węglowodanowej środków do zwiększania swej masy. Charakterystycznie jednak w danym przypadku zaznacza się bodziec, jaki stanowi linka w kierunku przyrostu wagi. Okazuje się, że zwierzę

po lince wszelkimi środkami stara się podpedzić wzrost, zanim nie nastąpi ostateczne stwardnienie chityny. Powrót do wagi początkowej 250 — 244 — 245 mg i oscylovanie w jej granicach zdaje się dowodzić, że zwierzę bezpośrednio po lince nie zwiększyło standartowej masy swego ciała, a potrzeby wzrostowe zostały chwilowo zaspokojone materiałem zastępczym (może nawet wodą). Z chwilą jednak, gdy w ciągu dalszych tygodni okazuje się niemożliwością przekształcenie zdobytych zapasów na białko organizowane, zostają one usunięte i osobnik powraca do swej wagi poprzedniej, utrzymując się przy niej do końca życia.

Doświadczenie O XXVIII. Larwa karalucha, wagi 8 mg, wzięta na pożywkę O zaraz po wykluciu 4.IX, żyła do 21.III, w którym to dniu zdechła, wykazując wagę 15 mg. Obfitość azotowych materiałów zapasowych w żółtku pozwoliła w danym przypadku zwierzęciu częściowo wyzyskać węglowodanową pożywkę, czego efekt, w postaci podniesienia wagi do 14.5 mg, zaznaczył się już w przeciągu pierwszych dwóch tygodni. Następnie zaś waga oscylowała aż do chwili śmierci w granicach 12.7 do 15 mg. Larwa przeżyła na pożywce bezazotowej 198 dni (przeszło 6 miesięcy).

Doświadczenie O 3. Larwa prusaka, wykluta 27.IV, o wymiarach: długość 3 mm i 1 mm szerokość tergitu przedtuł., po 57 dniach karmienia pożywką O posiadała rozmiary: dług. 3.2 mm, 1.0 mm szer. pierw. terg. tuł.

Doświadczenie O' 2 (tab. I O'). Larwa prusaka, wykluta 22.I, o wymiarach: 3.3 mm długości i szer. pierw. terg. tuł. 1 mm. Do dnia 18.V — po 83 dniach rozmiary zwierzęcia wynosiły: 3.6 mm długości oraz 1 mm szerokości terg. przedtuł. Larwa ta została przeniesiona na pokarm normalny.

Doświadczenie C XXIX. Świeżo wykluta larwa karalucha na pożywce C przetrzymana została od 11.V do 25.VIII czyli 106 dni. Waga oscylowała w granicach 10—12 mg. Zwierzę zdechło przy lince.

Doświadczenie C 1 (tab. II C). Larwa prusaka, wykluta 1.XII, o wymiarach: długość 3.1 mm oraz 1 mm szer. pierw. terg. tuł., przetrzymana została 95 dni, to jest do 5.III roku nast. na sacharozie z solami. Wymiary w dniu śmierci: długość 3.2 mm, szer. pierwsz. terg. tuł. 1.0 mm.

Jak widać, wytrzymałość zarówno u prusaka, jak i karalucha, na brak azotu w pożywce jest ogromna. I tu, jak w doświadczeniach poprzednich, prusak góruje nad swym większym krewniakiem. Okres, na jaki daje się on zahamować od chwili urodzenia (tabl. fotogr. I), sięga czasu rozwoju postembrjonalnego w warunkach normalnych, a więc przeszło 3 miesiące, podczas gdy karaluch zdycha już po 6 miesiącach od urodzenia, dochodząc zatem ledwie połowy swego okresu rozwojowego — z warunków normalnych.

Jakie procesy zachodzą w czasie tak długiego utrzymywania wagi w normie mimo brak azotu, dostarczanego z zewnątrz, czy mamy do czynienia z obniżeniem procentowej zawartości azotu w ciele zwierzęcia, czy też z niemal całkowitem zahamowaniem przemiany azotowej, wyjaśnić może dopiero szereg analiz. Na rzecz drugiego przypuszczenia zapisać należy fakt, że produkcja kału u zwierząt, karmionych substancjami bezazotowymi, zostaje niemal całkowicie wstrzymana.

Kał, zebrany w ciągu 6 miesięcy od osobnika z doświadczenia O XXVII, ważył po wysuszeniu 33 mg.

Gdy normalnie żywione zwierzę, wagi 280 mg, wyprodukowało tę ilość w przeciągu zaledwie 45 dni.

Pozatem zmienia się i charakter kału: staje się on wyłącznie suchy, oddawany w grudkach. Karaluchy natomiast, karmione normalnie, produkują kał dwojakiego rodzaju: częściowo zwarty w postaci beczułkowatych grudek, częściowo zaś pół płynny — rozlewający się i wsiąkający w podłoże.

Pod względem anatomicznym karaluchy, karmione pożywkami bezazotowymi, wykazują, jak należało się spodziewać, niemal całkowity zanik substancyj zapasowych. Ciało tłuszczowe z białej masy, wypełniającej jamę ciała, ograniczają się do niewielkich płatów, otaczających jelito. W jaki sposób mimo to zwierzę może uregulować i utrzymać w normie swą wagę, pozostaje w tej chwili tajemnicą. Być może, że pewną rolę gra tu woda; obecnie jednak, póki wogóle rola ciała tłuszczowego nie jest jeszcze wyjaśniona, wszelkie domysły nie posiadają wartości realnej.

7. Hamowanie i wznawianie wzrostu.

W związku z powyższym zagadnieniem rodzi się pytanie, czy zwierzęta, zahamowane w rozwoju od chwili wyklucia, mogą mimo to, w razie powrotu do warunków normalnych, rozpocząć wzrost na nowo i czy zdołają osiągnąć dojrzałość płciową. Powyżej już zaznaczyłem, że karaluchy, zahamowane na pożywkach B, Z, G wskutek braku czynników dopełniających, po przywróceniu im pokarmu zwykłego, kontynuują wzrost normalnie, tam jednak czas zahamowania dochodził zaledwie $\frac{1}{4}$ całkowitego okresu wzrostu i przedtem zwierzę rosło już przez pewien czas, gdy w danym przypadku zatrzymanie następowało natych-

miast po opuszczeniu kokonu i jak u *Blattella germanica* trwało okres czasu, w ciągu którego zwierzę kontrolne osiągnęło już dojrzałość płciową.

Próbie wznowiania wzrostu została poddana larwa prusaka, opisana w doświadczeniu O' 2 (tab. I O'). Po 83 dniach diety bezazotowej, gdy długość zwierzęcia zwiększyła się od chwili narodzenia o 0.3 mm, a szerokość pierw. terg. tuł. o 0.1 mm (wielkości te przy stosowanej technice doświadczeń znajdują się nieomal w granicach błędu), zostało przeniesione na pożywkę normalną. Jak wykazują liczby tabeli, przyrost wystąpił odrazu. Po dniach piętnastu długość zwierzęcia zwiększyła się o 1.7 mm, a szerokość pierwszego tergitu o 0.7 mm. Po 71 dniach od przeniesienia na pożywkę normalną, a po 157 dniach od urodzenia, 28.VI larwa osiągnęła dojrzałość płciową, jako samica o pokaźnych, jak na *Blattella germanica*, rozmiarach 14.2 mm długości, przy 4.2 mm szerokości pierwszego tergitu tułowiowego. Samica ta po połączeniu z samcem w przeciągu 16 dni utworzyła kokon, z którego 10.VIII wylęgło się 34 sztuki młodych.

Jednocześnie spróbowałem ocenić wartość, wznowiającą wzrost zwierząt zahamowanych brakiem azotu, poszczególnych, wymienionych w pracy niniejszej, pożywek.

Doświadczenie XX (rys. 10). Pięć larw *Periplaneta orientalis*, wyklutych 10.V, o wadze 10 mg na osobnika, odrazu przeniesionych zostało na pożywkę bezazotową. W przeciągu trzech miesięcy, to jest do 10.VIII, waga ich w ciągu pierwszej dekady podniesiona do 15 mg na sztukę, utrzymała się w normie. 10.VIII — 4 larwy zostały przeniesione na pożywki: 1^o, normalną N; 2^o, G; 3^o, Z; 4^o, B.

Osiągnięte rezultaty ilustruje rysunek 10.

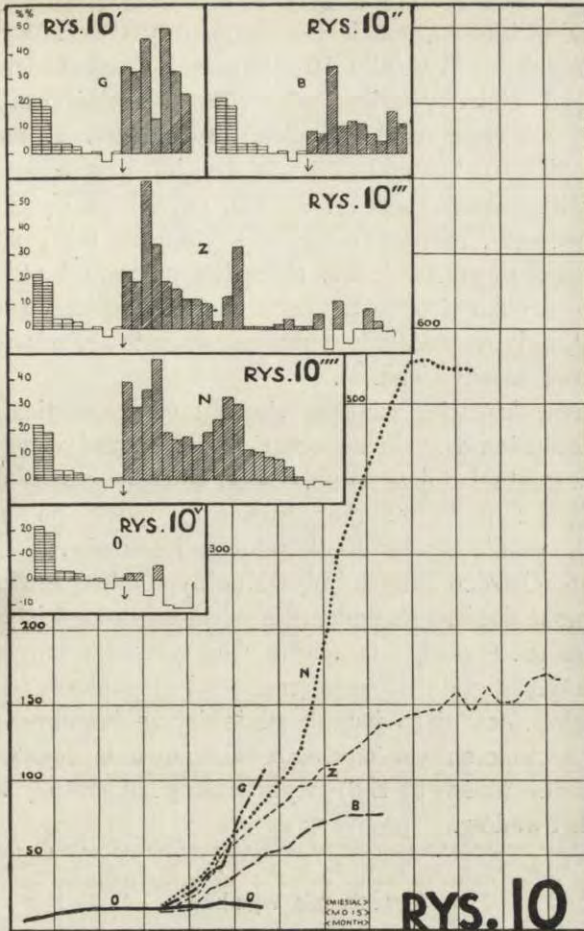
1^o. Na pożywkę N normalną dostała się larwa, ważąca 14 mg. Wzrost na wszystkich 4 typach pożywek, zgodnie ze stosunkami, wykazanymi powyżej, do 1.XI przebiegał równolegle. Od tego momentu przyrost na pożywece normalnej wznosi się, osiągając 9.II następnego roku 336 mg.

2^o. Na pożywkę G dostała się larwa wagi 15 mg. Przyrost posuwał się bardzo szybko. Do 1.XI zwierzę osiągnęło ciężar 99 mg, zwiększając początkową swą wagę 6.7 razy, gdy na pożywece normalnej, w ciągu tego samego okresu czasu zaledwie 5.4 razy, a na pożywece Z — 5 razy. Zwierzę to zostało przypadkiem zabite przy ważeniu 1.XI.

3^o. Na pożywece Z wzrost trwał 173 dni, to jest do 30.I. Od tego czasu, aż do śmierci zwierzęcia 11.V, obserwować można charakterystyczne dla awitaminozy zahamowanie wzrostu.

4^o. Na pożywece B otrzymano, jak i poprzednio, rezultaty najmniej pokaźne. Larwa, ważąca 10.VIII 16 mg, zdechła 11.XII po 4 miesiącach, osiągnąwszy ciężar 76 mg. W tym czasie larwa na pożywece Z ważyła 129 mg, a na pożywece normalnej 218 mg.

Jak widać, dodanie azotu w jakiegokolwiek postaci wznowia wzrost, który przebiega identycznie, jak w przypadkach,



Rys. 10. Krzywa wzrostu larw karaluchów, zahamowanych na pożywkę bezazotową w ciągu 3 miesięcy, a następnie przeniesionych na pożywkę: normalną N, pełnowartościową syntetyczną B, żelatynową Z, glikokolową G. Rys. 10. (I—V). Kolumny, oznaczone kreskami poziomymi, dotyczą przyrostów procentowych z okresu, gdy zwierzę było jeszcze na pożywkę bezazotowej. Kolumny, kreskowane ukośnie, wskazują przyrosty procentowe, gdy zwierzę zostało już przeniesione na odnośną pożywkę.

Fig. 10. Courbe de la croissance de larves de blattes dont le développement a subi un arrêt à la suite d'un régime alimentaire privé d'azote, appliqué pendant 3 mois. Larves auxquelles on fit prendre ensuite: a) des aliments normaux contenant N; b) des aliments synthétiques complets B; c) des aliments à base de gélatine Z; d) des aliments à base de glycolle G.

Fig. 10. (I—V). Les colonnes indiquées par des traits horizontaux, sont en rapport avec l'augmentation centésimale pendant la période, de l'application d'un régime privé d'azote. Les colonnes indiquées par des traits obliques, donnent l'augmentation centésimale pendant la période, où l'animal ingérait les aliments énumérés ci-dessus.

gdy do doświadczenia brane były zwierzęta bezpośrednio po narodzeniu. Zjawisko to, specjalnie charakterystycznie występujące na załączonych do rysunku 10 wykresach % szybkości wzrostu, wskazuje na ciekawy fakt całkowitej niezależności potencji wzrostowej od rzeczywistego wieku zwierzęcia. Z porównania rysunków 2' i 10'''' wynika, że w drugim przypadku osobnik, który w zahamowaniu przeżył 90 dni, czyli koło $\frac{1}{4}$ okresu całkowitego wzrostu, rozpoczyna go z szybkością taką, jaką posiadają zwierzęta nowonarodzone. (Strzałka na rysunku 2' wskazuje procentowe szybkości wzrostu, jakie winnoby wykazywać zwierzę N z rys. 10, gdyby posiadało potencje wzrostowe, odpowiadające jego wiekowi rzeczywistemu).

Ciekawą kwestją, wiążącą się z temi zagadnieniami, jest sprawa przedłużenia życia zwierząt przez sporadyczne zahamowanie wzrostu i dojrzewania. Dane, zbierane przeze mnie, pod tym względem mogą nabrać pewności dopiero po określeniu normalnych granic życia dla karalucha i prusaka. I ta sprawa jednak, wobec bardzo dużych indywidualnych odchyień, rozstrzygnięta być może dopiero na podstawie większej ilości ścisłych obserwacyj, które też zresztą miarodajne będą tylko dla danych warunków i w dużym stopniu odbiegać mogą od stosunków, panujących na swobodzie. Zasadniczo jednak zdaje się, że już okres przetrzymania w warunkach częściowego zahamowania larwy prusaka ponad 381 dni (dośw. 5% Z 2) wykracza poza normę zwykłego wieku tych owadów.

Streszczenie wyników.

Reasumując powyższe, stwierdzamy co następuje:

1°. Normalny rozwój karalucha w temp. $+ 25^{\circ}$ C trwa koło 12 miesięcy, prusaka zaś koło 3 miesięcy tak, iż przy porównaniu szybkości wzrostowej tych owadów przyjąć można stosunek 4:1 (miesiąca do tygodnia).

2°. Mniej więcej trzecią część tego okresu zwierzęta rosą jednakowo szybko, zarówno na pożywkach normalnych, jak i syntetycznych.

3°. Z karaluchem nie udało się przeprowadzić całego cyklu rozwojowego na pożywkę syntetycznej. Larwy jego dochodziły zaledwie do $\frac{1}{3}$ zwykłej wagi w ciągu czasu, odpowiadającego nor-

malnemu okresowi wzrostu postembrjonalnego. Następnie zwierzęta zdychają, wykazując niewielkie zaledwie straty wagi.

4°. Larwy karaluchów, wzięte do doświadczenia dopiero w połowie okresu wzrostowego, mogą na pożywkach sztucznych osiągnąć dojrzałość płciową.

5°. Prusaka można przeprowadzić na pożywce syntetycznej przez cały okres wzrostowy od jaja aż do postaci dorosłej i to nawet wtedy, gdy jedynym źródłem azotu jest glikokol.

6°. Jako objawy awitaminozy występują (po upływie wspomnianego powyżej okresu czasu): zmatowienie chityny, nieruchliwość, a w razie osiągnięcia dojrzałości płciowej—drobne wymiary i niepłodność.

7°. Można zastępować w pożywce owalbuminę niepełnowartościowym białkiem, np. żelatyną lub tylko glikokolem, bez wywołania zmian w charakterze wzrostu.

8°. Zmniejszając procentowość azotu w pożywce, wybitnie zwalnia się tempo wzrostu, a wydłuża natomiast okres jego trwania.

9°. Karaluch i prusak wykazują nadzwyczajną wytrzymałość na brak azotu w pożywce, utrzymując w tych warunkach na jednakowym poziomie swą wagę w ciągu okresu, który dochodzi czasem długości trwania normalnego wzrostu postembrjonalnego.

10°. Nawet po tak długim zahamowaniu wzrostu powrót na pożywkę normalną umożliwi zwierzęciu osiągnięcie dojrzałości płciowej oraz normalne wydanie potomstwa.

11°. Szybkość wzrostu zwierzęcia, przywróconego na pokarm zwykły nawet po długotrwałym zahamowaniu, jest niezależna od jego wieku rzeczywistego, a odpowiada szybkości, jaką zwierzę posiadać winno było przed zahamowaniem.

12°. Zwierzęta badane giną na czystym białku, gdy w pożywce zbraknie węglowodanów.

13°. Dodatek do pożywki syntetycznej i pełnowartościowej małych ilości masła, drożdży lub ekstraktu witaminy B nie daje pod względem zwiększenia wzrostu rezultatów pozytywnych.

Piśmiennictwo.

Brindley H. H. 1897. On the regeneration of the legs of *Blattidae*. Proceedings of the Zoological Society of London (903). **Cornelius.** 1853. Beiträge zur näheren Kenntnis von *Periplaneta orientalis*. **Hummel A. D.** 1829. Quelques observations sur la Blatte germanique (*Blatta germanica* Fabr.). Essays entomologique, № 1. St. Petersburg. **Jeżewska M.** 1926. Les changements de la teneur en tryptophane au cours du développement des chrysalides des Mouches (*Musca vomitoria*). C. R. Soc. de Biol. **95**. (910). **Laing F.** 1921. The cockroach its life history and how to deal with it. London. **Miall L. C.** and **A. Denny** 1886. The structure and the life history of the cockroach (*Periplaneta orientalis*). London. **Wille J.** 1920. Biologie und Bekämpfung der Deutschen Schabe (*Phyllodromia germanica* L.). Beiheft zur Zeitschrift für angewandte Entomologie, **7**. № 5. **Wollman E.** 1926. Observation sur une lignée aseptique de Blattes. (*Blattella germanica*). C. R. Soc. de Biol. **95** (164). **Żabiński J.** 1926. Observations sur l'élevage des cafards nourris avec des aliments artificiels. C. R. Soc. de Biol. **95**. (545). **Żabiński J.** 1928. Elevage des Blattides soumis à une alimentation artificielle. C. R. Soc. de Biol. **98** (73). **Żabiński J.** 1928. Nouvelles recherches sur l'élevages des Blattides soumis à une alimentation artificielle. C. R. Soc. de Biol. **98** (78).

Objaśnienie tablicy. — *Explication de la planche.*

A.

3 egzemplarze *Blattella germanica* z jednego miotu, urodzone 1.XII. 1926 r. Fotografowane 6.III.1927 r. Powiększenie 3 razy.

№ 1. Osobnik, żywiony normalnie (postać dorosła).

№ 2. „ na pożywce: glikokol + węglowodany + sole.

№ 3. „ „ : węglowodany + sole, posiada rozmiary zwierzęcia świeżo urodzonego.

Trois exemplaires de *Blattella germanica* provenant de la même ponte, éclos le 1.XII.1926. Photographie du 6.III.1927. Grossissement: 3 fois.

№ 1. Animal ayant pris une nourriture normale (forme adulte).

№ 2. „ dont la nourriture se composait de glycolle, d'hydrates de carbone et de sels.

№ 3. Animal dont la nourriture se composait d'hydrates de carbone et de sels; les dimensions de cette exemplaire sont égales à celles d'un animal après l'éclosion.

B.

4 egzemplarze *Blattella germanica* z jednego miotu, urodzone 22.I. 1927 r. Fotografowane 6.III.1927 r. Powiększenie 3 razy.

№ 1. Larwa, żywiona normalnie.

№ 2. „ na pożywce: owalbumina, węglowodany, sole.

№ 3. „ „ „ żelatyna, węglowodany, sole.

№ 4. „ „ „ glikokol, węglowodany, sole.

№ 5. Dla porównania powtórzona fotografia № 3 z tablicy poprzedniej, gdyż osobnik ten, trzymany bez azotu, rozmiarów swych nie zwiększa.

4 exemplaires de *Blattella germanica* provenant de la même ponte, nés le 22 I 1927. Photographiées le 6.III.1927. Grossissement: 3 fois.

№ 1. Larve nourrie d'une façon normale.

№ 2. „ „ d'ovalbumine, d'hydrates de carbone et de sels.

№ 3. „ „ de gélatine, d'hydrates de carbone et de sels.

№ 4. „ „ de glycolle, d'hydrates de carbone et de sels.

№ 5. Nous reproduisons encore une fois la photographie № 3 du tableau précédent pour permettre d'établir une comparaison. L'exemplaire qu'on y voit représenté dont la nourriture était privée d'azote, n'a pas grandi depuis l'éclosion.

A



1



2



3

B



1



2



3



4



5

[„Prace Instytutu im. Nenckiego“. № 67*]

Leonja Papierbueh.

Zmysł i pamięć kierunków przedmiotu u żab. Różnicowanie i uogólnianie nałogu. Formy wygaszania i ich skutki. Zaburzenia. Wyzwalanie i hamowanie reakcyj nabytych. (Doświadczenie wzrokowe płazów — Cz. IV).

Le sens et la mémoire des directions d'un objet, chez les Anoures. Différenciation et généralisation de l'habitude. Formes d'amortissement et leurs résultats. Perturbations. Déclenchement et inhibition des associations contractées. (L'expérience optique des Batraciens. IV-e mémoire).

Rękopis nadesłany w dniu 7. III. 1928 r.

La plupart de nos expériences ont été exécutées à l'aide de la méthode du couple d'objets (voir: R. MINKIEWICZ '13 et '26, SALOMÉ BIEDERMAN '27, S. RAZWIŁOWSKA '27), les deux „figures“ en bristol ne différant que par leur direction planimétrique, rapportée soit à l'axe vertical soit à l'axe horizontal (fig. 1). Les animaux étudiés appartenaient aux espèces: *Rana temporaria* L., *Hyla arborea* L., *Bombinator igneus* LAUR et *Bufo viridis* LAUR.

Ce n'est que dans une série d'expériences, comprenant à peine plusieurs individus de *Rana temporaria* (N^os 9, 10, 11, et 12 de la fig. 9), qu'on eut recours à la méthode d'un seul objet, analogue à celle dont s'était servie SALOMÉ RAZWIŁOWSKA ('27, fig. 3), dans son travail sur la mémoire des dimensions d'un objet, chez les mêmes animaux.

Enfin, dans la série dite de „généralisation“ (c'est-à-dire, dans les expériences, où l'on voulait se rendre compte, si les habitudes contractées par les Batraciens à l'égard de deux figures

*) Z Zakładu Biologii Ogólnej Instytutu im. Nenckiego.

en bristol, ne seraient pas généralisées à d'autres figures, on se servait quelquefois d'un dispositif comprenant trois figures, comme nous l'avons représenté sur la partie droite de la fig. 2 (la partie gauche montre notre dispositif habituel du couple d'objets).

Il est, peut être, superflu d'insister sur la circonstance que, dans toutes les séries, lors de l'amortissement de l'habitude (quelle que fût la modalité de celui-ci) l'animal n'était pas alimenté sur l'appareil pourvu de figures, mais au moyen d'un simple fil auquel était attaché l'insecte (une *Phyllodromia germanica*).

Les graphiques joints au présent travail (fig. 3—21), indiquent la marche des expériences les plus importantes, que nous avons représentées chacune séparément. On trouvera dans ces graphiques l'explication de tous les détails, ainsi que les indications nécessaires.

L'analyse minutieuse de ces graphiques, ainsi que de tous ceux qu'il nous a été impossible de reproduire ici, nous autorise—il nous semble—à en tirer les conclusions suivantes:

1. Les Anoures distinguent bien les directions dans lesquelles s'étend un objet dans l'espace optique. Il s'agit notamment des directions planimétriques des figures en bristol, dont la forme, la couleur et les dimensions sont exactement pareilles.

Le sens de direction s'étend également aux rapports de l'objet avec la normale (direction horizontale, verticale ou inclinée), ainsi qu'à ceux de son asymétrie (dirigée à droite, à gauche, en haut, en bas).

2. Les espèces étudiées — à l'exception de *Bufo* qui, activement, ne manifeste rien — sont en général capables d'associer l'impression de la direction d'objet, à l'action consistant à chercher leur nourriture; ainsi, l'apparition d'un tel objet provoque maintenant un déclenchement de toute une série des réactions motrices bien définies, comme: le tour du corps, le „garde à vous“, l'approche, le saut brusque, la projection de la langue et la préhension avec les mâchoires.

3. La réceptivité et la faculté d'association des Anoures sont si bien développées, que le résultat de leur action devient manifeste déjà après une seule expérience. Et la persistance des traces d'une seule coïncidence d'association est si grande, que la formation d'une habitude durable ne se trouve pas empêchée non seulement par un intervalle habituel de 24 heures, mais par

des intervalles de plusieurs jours. Et, bien plus, une augmentation des intervalles entre les expériences ne semble pas faire augmenter le temps absolu, nécessaire à l'établissement d'une habitude différenciée (confirmation d'une conclusion de SALOMÉ RAZWIŁOWSKA '27, p. 4, que cet auteur a formulée concernant la mémoire des dimensions).

4. Le temps nécessaire à l'établissement d'une habitude différenciée (l'intervalle étant de 24 heures) est variable, non seulement chez les différents individus de la même espèce des Batraciens, mais chez le même individu. En général, 2—4 semaines (c'est-à-dire, 15—30 répétitions) suffisent pleinement, et même moins.

Il nous a été impossible d'y établir des différences constantes entre les différentes espèces ou genres d'Anoures¹⁾ (en dehors du *Bufo* qui ne veut rien manifester activement). Ce que l'on peut clairement constater, ce sont les différences individuelles, d'une part, et, de l'autre, la dépendance de la saison (de l'état physiologique général).

5. Non moins variable est la forme d'établissement d'une habitude. A l'égard des directions d'un objet visé, on y constate les mêmes quatre types individuels que l'on a constatés, au laboratoire du prof. R. MINKIEWICZ, à l'égard des dimensions (S. RAZWIŁOWSKA, p. 3).

Nous tenons à leur donner une terminologie rationnelle et, ce qui s'ensuit, une symbolique rationnelle (tirée des initiaux de leurs termes), à savoir:

Type *O* (zéro)—ne manifestant point d'habitude (sous une forme active).

Type *M* (mixte)—ne manifestant pas de différenciation de l'habitude.

Type *N* (normal)—différenciant l'habitude après une période mixte.

Type *P* (positif)—différenciant ses habitudes d'emblée.²⁾

¹⁾ Quant à la vitesse de leur réaction à un objet, les espèces étudiées peuvent être rangées en une série descendante, comme il suit: 1 — *Bombinator*, 2 — *Hyla*, 3 — *Rana temporaria*, 4 — *Bufo*. (Voir à cet effet une conclusion de SALOMÉ BIEDERMAN '27, p. 5).

²⁾ Nos types *O*, *M*, *N*, *P* correspondent aux types *D*, *C*, *B*, *A* de S. RAZWIŁOWSKA (p. 3).

Dans nos expériences, le *Bufo* se trouve représenté par des types individuels *O* et *M* (S. BIEDERMAN n'en a trouvé que celui de *O*); les autres espèces d'Anoures ont eu ses représentants dans chacun de trois types *M*, *N* et *P*.

Un individu garde en général son type d'établissement individuel, dans des séries d'expériences succédanées.

6. Les associations contractées ont un potentiel de déclenchement fort considérable, ce qui leur permet souvent de dominer une tendance naturelle (instinctive) de l'animal qui le porte à se jeter sur sa nourriture, une fois que celle-ci se trouvera subitement attachée à une figure de direction non associée. Souvent même, l'animal continue à tirer sur la figure associée, lors des périodes où il refuse toute nourriture.

7. La méthode d'un objet (d'une figure) donne des résultats positifs dans peu de jours. L'objet est associé d'emblée, avec ses caractères optiques strictement définis, donc comme un objet à direction spatiale déterminée. Cependant, la méthode du couple d'objets (de figures) permet de constater et d'étudier certaines choses, qui, autrement, n'auraient pas été trouvées.

8. La capacité associative des Anoures, vis-à-vis des directions possibles d'une figure planimétrique¹), ne se trouve pas épuisée par la formation d'une seule habitude. L'animal qui a différencié une direction de l'objet, peut le faire ensuite à l'égard d'une autre, puis d'une troisième etc. Même dans les limites d'un couple des directions donné, l'habitude différenciée envers une direction n'empêche point une différenciation ultérieure envers la seconde direction (c'est ce que nous designons comme une „inversion de l'habitude“, soit directe, soit précédée d'une période d'amortissement).

Quant aux résultats de l'établissement de ces habitudes succédanées, ils dépendent beaucoup du passé expérimental de l'individu, à savoir: du nombre et du caractère des différenciations précédentes, ainsi que de la forme de leur amortissement.

Une réinversion de l'habitude (dans les limites d'un couple d'objets) ne réussit point. C'est que, certainement, une habitude autrefois „fondamentale“ et ensuite artificiellement affaiblie (inhibée,

¹) Et plus généralement, vis-à-vis des modalités d'un caractère optique quelconque de la figure (de l'objet).

amortisée), met une forte résistance à son réactivation. (C'est la réaction dite de „déception“).

9. L'alimentation confirmative une fois suspendue, la différenciation d'une habitude, visant une direction déterminée de l'objet, disparaît peu à peu. Mais, il y demeure encore l'habitude indifférenciée, vis-à-vis de ce couple des figures dont les valeurs évocatrices (de déclenchement) s'égalisent graduellement entre elles.

La durée d'une habitude différenciée dépend beaucoup de la forme d'amortissement.

L'amortissement „continu“ (non interrompu par des essais de contrôle), après trois mois, ne permet plus d'y révéler directement des traces d'habitude différenciée, à l'aide de la méthode habituelle du couple de figures. L'amortissement „troublé“ par des essais de contrôle permet de suivre pas à pas la disparition de la différenciation. Les essais fréquents (sans confirmation par une alimentation ultérieure, bien entendu) affaiblissent la différenciation d'une habitude, accélérant son passage de la période des réactions positives à celle des mixtes („periode mixte secondaire“). Les essais rares permettent de constater une différenciation encore persistante après 2—3 mois. L'amortissement par une inversion directe des valeurs attractives des deux directions de l'objet, fait voir un intéressant tableau des perturbations momentanées dans le comportement de l'animal, ainsi que celui de l'inhibition successive d'une des deux réactions, avec l'établissement simultané de la prévalence successive de l'autre, en passant par une période mixte.

10. Le fait que, même après une période d'amortissement „troublé“ fort longue, l'habitude ne s'amortit pas complètement, mais perd seulement sa différenciation entre les deux directions de l'objet (et, d'une manière plus générale, entre les deux objets d'un couple), — ce fait trouve probablement son explication dans cette circonstance, que l'animal, après chaque essai, était alimenté sur un fil (comme il l'était, d'ailleurs, les jours sans essais), ce qui — malgré nous — servait de confirmation à l'habitude, bien que de confirmation vague, ne différenciant pas les valeurs attractives des deux figures. La confirmation y était ainsi toujours retardée, et dépourvue de tout rapport spatial direct avec les figures. Mais ces retards, ont-ils trouvé une expression quelconque dans l'habitude persistante (à l'instar des „réflexes retardants“ chez

les chiens de I. P. PAWŁOW?) c'est ce que nous ignorons, faute d'essais y relatifs.

11. La méthode du couple d'objets peut, de par sa nature, ¹⁾ mener (soit d'emblée soit après une période de différenciation) à une égalisation (équilibration) des valeurs associatives des deux partenaires du couple (en l'espèce, des deux directions de la figure). Cet équilibre peut y être complet ou—ce qui est plus souvent—incomplet, avec prédominance de l'un de deux partenaires (duquel? cela dépend, et l'on ne saurait dire d'avance que c'est la figure fondamentale qui y prendra nécessairement le dessus).

Cette formation d'une habitude accessoire (parasite), visant la figure additionnelle du couple, est d'autant plus remarquable que la figure en question ne se trouve point en continuité spatiale avec l'invocateur (le blatte). Ainsi, une simple coïncidence dans le temps suffit pleinement pour qu'une durable et active association — entre la réaction motrice et l'agent optique — se soit formée.

12. L'habitude différenciée, bien qu'ordinairement fort durable, demeure néanmoins très plastique. La réceptivité associative ne perd pas sa labilité. Tout changement brusque dans le dispositif optique de l'expérience (que ce soit l'introduction d'une figure „étrangère“ à la place d'une des connues, ou bien l'addition d'une figure nouvelle: d'une seconde, dans la méthode d'un objet, d'une troisième, dans celle du couple; que ce soit, enfin, l'inversion des valeurs attractives des deux partenaires) provoque instantanément un trouble dans le comportement de l'animal. Ce trouble, qui se manifeste, ordinairement, par une inhibition temporaire de la réaction habituelle (ce qui donne une série de zéros, chez les animaux qui, jusque-là, n'en donnaient jamais) et, parfois par un assaut inattendu contre la figure „étrangère“, peut, par la suite, amener un changement dans la différenciation de l'habitude, dans les rapports entre les processus de déclenchement et ceux d'inhibition des réactions.

13. Par ailleurs, [l'introduction d'un objet „étranger“ nous fournit un moyen parfait pour mettre au jour les différentes

¹⁾ Voir à cet effet le travail de SALOMÉ RAZWIŁOWSKA (p. 4—5) qui y a porté une attention toute spéciale. Cependant, notre étude nous a permis d'en approfondir l'analyse.

choses, jusque-là latentes, et ceci tant dans la méthode du couple que dans celle d'un objet.

L'introduction d'une figure „étrangère“ à la place de „l'accessoire“, fait de suite ressortir la différenciation de l'habitude à l'égard de la figure „fondamentale“. L'introduction de la figure „étrangère“ à la place de la „fondamentale“, démontre l'existence simultanée de l'habitude visant la figure „accessoire“, et qui n'y est pas moins différenciée que l'autre. L'introduction alternante de la figure „étrangère“, une fois à la place de la figure „accessoire“, une autre à la place de la figure „fondamentale“ (série dite de „généralisation“), nous sert à apprécier la valeur relative du potentiel de déclenchement des deux associations coëxistantes, ainsi qu'à constater le rapport mutuel entre le processus d'inhibition et celui de déclenchement. Le potentiel de déclenchement des deux partenaires d'un couple fixe d'objets, peut y être soit égal soit différent, et ce n'est pas nécessairement l'objet „fondamental“ qui y prendra toujours dessus. Ceci dépend beaucoup du passé des deux habitudes, du caractère des expériences, de la forme et de la phase de l'amortissement.

Les cas en apparence paradoxaux, que nous n'avons pas réussi à élucider pour le moment, où, en présence d'une des deux figures „connues“ (et surtout de la „fondamentale“), l'animal attaque l'„étrangère“, — ces cas coïncident avec une prédominance préalable de l'habitude „accessoire“ sur la „fondamentale“, resp. avec une forte inhibition de l'habitude autrefois „fondamentale“.

On a l'impression, que l'association s'y était généralisée, d'une façon générique, à tout un groupe d'objets optiques (figures en bristol), dont cependant un seul s'en trouva ultérieurement éliminé, et c'est précisément celui qui, autrefois, y était fondamental, qui, autrefois, y avait eu le plus haut pouvoir de déclenchement, et qui, maintenant, y a le plus haut pouvoir d'inhibition (intéressant changement d'un excitant en un frein¹).

¹) Pour une meilleure compréhension de la dernière partie de nos conclusions concernant les problèmes de „généralisation“, d'inhibition etc., il sera de toute utilité de consulter aussi nos trois tableaux et une dizaine de petites tabelles insérées dans le texte polonais, mais munies toutes d'inscriptions françaises.

I. Uwagi wstępne.

Zadania.

W pracy niniejszej, czwartej z cyklu ¹⁾, traktującego metodą nałogu zmysł i pamięć wzrokowej orientacji żab w świecie przedmiotów drobnych, przeprowadzony jest szereg doświadczeń, zmierzających do wyjaśnienia 1^o, czy ta grupa zwierząt zdolna jest różnicować dwie identyczne figurki geometryczne płaskie (t. j. jednakowej wielkości, kształtu i barwy) — umieszczone jednak inaczej na płaszczyźnie (różnica kierunku) i ustalić nałóg do jednej z tych figurek; 2^o, jak długo u osobników, które dany nałóg ustaliły, trwa to skojarzenie nabyte i w jaki sposób zanika w rozmaitych warunkach doświadczalnych; 3^o, jaki jest stosunek żaby do figurki „dodatkowej“ oraz do bodźców ubocznych, nieuniknionych w doświadczeniu; 4^o, jakie będzie zachowanie się żab o skojarzeniach nabytych, wobec zupełnie nowych figurek („obcych“).

Materiał.

Jako materiał posłużyły następujące gatunki żab: *Rana temporaria*—17 osobników, *Hyla arborea*—8, *Bombinator igneus*—5, *Bufo viridis*—3, razem 33 osobniki.

Z tej ogólnej liczby 9 żab dało rezultaty stwierdzające niezabicie istnienie zmysłu i pamięci położenia przedmiotu, reszta zaś, która w trakcie doświadczeń uciekła (7 osobników) lub zdechła (17 osobników), dawała rezultaty rozmaite, co do których trudno przewidzieć, w jakie formy mogłyby się były rozwinać.

Metodyka.

1^o. Ogólna (ustalanie nałogu).

Żaby są umieszczane pojedynczo w oddzielnych, dostatecznie obszernych (18×12×18 cm), prostokątnych akwarjach, osłoniętych papierem nieprzezroczystym. Gatunki *R. temporaria* i *Bombinator* są w wodzie (1 cm), *Hyla* w zielonym mchu (do

¹⁾ 1) S. BIEDERMAN — stosunek do kształtów, 2) FR. GUTGLAS — do barw (w druku), 3) S. RAZWIŁOWSKA—do wymiarów. Patrz także R. MINKIEWICZ: Wstęp ogólny.

połowy wysokości naczynia), *Bufo* w akwariach dostatecznie zwilżanych wodą. Jako pokarm służy owad *Blatta s. Phyllodromia germanica*, nader rzadko dżdżownica.

Figurki używane do doświadczeń, wycinane z białego sztywnego brystolu, były następujące: trójkąty prostokątne, kwadraty oraz prostokąty. Wymiary były nieco większe dla osobników dużych, mniejsze zaś dla małych hyl i kumek, mianowicie:

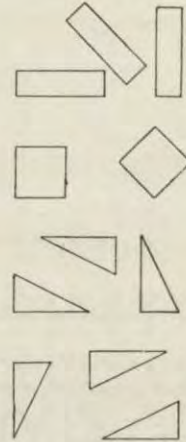
Trójkąty prostokątne (ostrym kątem wwyż, wdół, wpravo, wlewo) 3 cm \times 1.5 cm
 Kwadraty (zwykły lub sztorcem) 2 cm oraz 1.5 cm
 Prostokąty (poziomy, pion. i skośny) 3.5 cm \times 1 cm , 3 cm \times 0.75 cm

Figurki jednakowego kształtu umieszczane były po parze na aparaciku z jasnego drutu, o dwóch ramionach równoległych połączonych poprzeczką, warunkującą stałą odległość między nimi oraz służącą do zawieszania na krawędzi akwarjum.

Figurki każdej parki umieszczane są inaczej w stosunku do swych osi, przy czym dla każdej parki konstruowane są dwa aparaciki, dla ułatwienia wymiany prawo-lewej figurek (eliminacja czynnika przestrzennego). Podczas karmienia aparacik znajduje się na jednej ze ścianek naczynia, nigdy stale na tej samej, dla uniknięcia przyzwyczajenia do danego miejsca (ścianki) akwarjum. Akwarjum oświetlone jest z góry oraz z boku, od strony dwóch mniejszych, nieosłoniętych ścianek.

Każda żaba otrzymuje raz dziennie pokarm w postaci jednego owada (*Phyllodromia germanica*), przyczepionego nitką do jednej figurki — zasadniczej, do której ma wytworzyć nałóg i którą winna odróżnić od drugiej figurki — dodatkowej, takiej samej, ale inaczej ustawionej.

Po pewnym okresie karmień, wprowadzone zostają do doświadczeń „próbny”, polegające na tem, że w porze normal-



Rys. 1. „Figurki” z brystolu użyte w doświadczeniach: prostokąty — pionowy, poziomy i skośny; kwadraty — zwykły i sztorcem; trójkąty w sześciu pozycjach. $\frac{1}{3}$ wielkości naturalnej.

Fig. 1. „Figures” en brystol employées dans la présente série d'expériences: rectangles — vertical, horizontal et incliné; carrés — normal et incliné; triangles en six directions (positions). $\frac{1}{3}$ de la grand. natur.

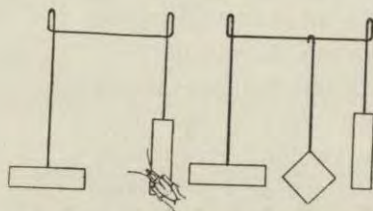
nego karmienia wstawiany jest do akwarjum aparacik pusty, pozbawiony inwokatora (jadła).

Żaba o nałogu utrwalonym reaguje w postaci rzucenia się na jedną z figurek. Reakcję do figurki zasadniczej określamy jako dodatnią (+), do dodatkowej zaś jako ujemną (-).

Często żaba rzutem nie reaguje—będzie to reakcja zerowa (0).

Czas próby wynosi do 10 minut, poczem bez względu na jej wynik żaba jest natychmiast karmiona normalnie, t. j. na zwykłej parce, na figurce zasadniczej.

Niekiedy (*R. temporaria* № 9, 10, 11, 12) metoda ustalania nałogu ulegała zmianie: karmienie prowadzono na figurce pojedynczej (zamiast na parce).



Rys. 2. Aparaciki z drutu z przyczepionymi figurkami: zlewa — dwufigurkowy zwykły, z owadem; zprawa — trójfigurkowy z serii „generalizacji”. $\frac{1}{3}$ wielkości naturalnej.

Fig. 2. Appareils utilisés avec des figures en bristol y attachées: à gauche — l'appareil ordinaire à couple des figures (avec un blatte); à droite — l'appareil à trois figures, employé dans une série d'expériences dites de „généralisation”. $\frac{1}{3}$ de la grand. naturelle.

2°. Wygaszanie (amortyzacja) nałogu.

Doświadczenia amortyzacyjne polegają na tem, że żaby o nałogu ustalonym i utrwalonym w szeregu doświadczeń obecnie karmione są nie na aparaciku, ale na nitce, a więc z usunięciem poprzedniego układu doświadczeń. Co pewien czas odbywają się natomiast próby, jak wyżej, po próbach zaś karmienie amortyzacyjne na nitce. Jedynie w amortyzacji z jednoczesnym utrwaleniem nowego nałogu (w t. zw. bezpośredniem odwracaniu nałogu) karmienie z konieczności odbywa się na aparaciku, na nowej figurce zasadniczej, a więc tak jak w normalnem ustalaniu nałogu (np. wykres 24c, figura 20).

3°. Uogólnianie (generalizacja) nałogu.

Dla wyświetlenia stosunku żaby do figurki dodatkowej oraz dla zanalizowania spraw amortyzacyjnych wprowadzone

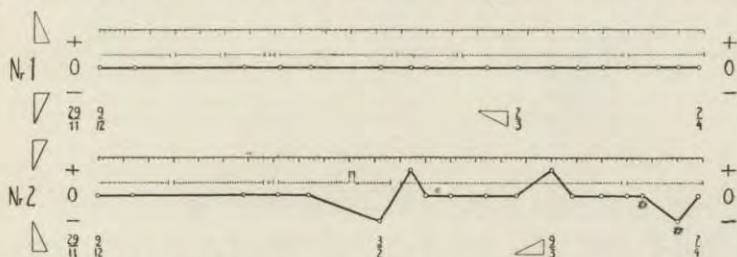
były w rozmaitych stadjach amortyzacji lub ustalania nałogu zmiany w doświadczeniu, polegające na zastąpieniu podczas prób figurki zasadniczej lub dodatkowej, bądź stale bądź naprzemian — figurką zupełnie obcą, o odmiennym kształcie geometrycznym. Próby kontrolne odbywały się na zwykłej parze figurek. Karmienie zaś — natychmiast po próbie, na nitce (jeśli serję rozpoczęto w stadjum amortyzacji), lub na zwykłej parze (jeśli w stadjum ustalania nałogu).

II. Przebieg doświadczeń.

1. *Bufo viridis*.

Dwa osobniki tego gatunku były w doświadczeniu od 29. XI. 24 r. do 8. IV. 25 r.

Karmione na trójkątach, w ciągu tego czasu nałogu nie ujawniły, zdradzając bardzo ciekawe zachowanie, różniące je od pozostałych



Rys. 3. Wykres № 1. *Bufo viridis*. Ustalanie nałogu. Typ reagowania 0 (zerowy — wszystkie próby zerowe). Wykres № 2. *Bufo viridis*. Ustalanie nałogu. Typ reagowania M (mieszany).

Skala nad wykresem znaczy dni i okresy pięciodniowe. Linja punktowana w środku wykresu znaczy ciągłość, wzgl. przerwy w zjadaniu owada. Znaki: $\frac{+}{0}$ oznaczają trzy osie poziome, na których kółka wskazują wyniki prób. Figurki przed wykresem wskazują metodę doświadczeń. Wszelka zmiana metody znaczone figurkami (przy odpowiedniej dacie): figurki w dole znaczą zamianę dodatkowej na inną. Gwiazdki oznaczają jednorazową próbę metodą pierwotną. Data przed wykresem oznacza początek karmień (doświadczeń). Pierwsza data wykresu oznacza początek „prób“.

Fig. 3. *Bufo viridis*, deux individus. Graphique № 1. Expérience sur l'établissement de l'habitude. Type réactionnel 0 (tous les essais nuls = zéro). Graphique № 2. Expérience sur l'établissement d'une habitude. Type réactionnel M (mixte).

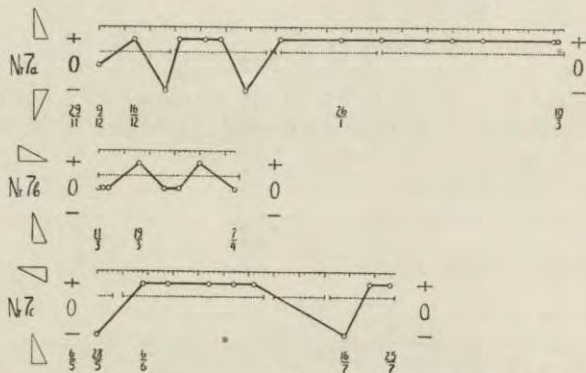
L'échelle en dessus marque les jours et les périodes de 5 jours. Le pointillé au milieu du graphique indique la continuité (resp. les intervalles) dans l'alimentation de l'animal. Les signes: $\frac{+}{0}$ indiquent les trois axes horizontaux du graphique, où les petits ronds marquent les résultats des essais. Les figures qui précèdent le graphique, définissent la méthode employée. Tout changement de méthode est marqué, à la date relative, par des figures respectives: celles d'en bas — indiquent une substitution de la figure „accessoire“ du couple, par une „étrangère“. Les astérisques signifient un essai (unique) sur le couple ordinaire des figures. La date d'avant le graphique, indique le commencement de l'expérience (de l'alimentation). La première date du graphique indique le commencement des essais.

gatunków. Naogół bardzo czujne (szczególnie № 2), zwracają natychmiast uwagę na wstawiony aparat, reagują ruchem całego ciała, głowy, drganiem gwałtownym kończyn i t. p. Oglądają aparat ze wszystkich stron,

байдь подлаząc, байдь з мiеjсца. Час од chwili wstawienia aparatu од chwili zjedzenia owada względnie bardzo дуги — przeciętnie 15 минут. Podczas prób zachowanie podobne, przytem *Bufo* № 1 nie reaguje nigdy rzutem na figurkę, zaś № 2 po dwóch miesięcach reaguje parokrotnie, dając reakcje mieszane (Rys. 3, wykresy 1 i 2). Nałogu nie ustaliły.

2. *Rana temporaria*.

17 osobników tego gatunku było w doświadczeniu od 29.XI.24 r. од lipca 1927 r. w rozmaitych porach roku i rozmaicie długo. Reagują naogół szybko i czujnie, zdradzając w zachowaniu indywidualne sposoby chwytania, szybkości reagowania i innych cech.



Rys. 4. Wykres № 7. *Rana temporaria*. a) ustalanie nałogu I; b) ustalanie nałogu II; c) ustalanie nałogu III.

NB. Po b) był miesięczny okres amortyzacji ciągłej. Typ reagowania *N* normalny).

Fig. 4. *Rana temporaria*. Graphique № 7. a) établissement de l'habitude I; b) établissement de l'habitude II; c) établissement de l'habitude III.

NB. La série b fut suivie d'une période d'amortissement continu durant un mois. Type réactionnel *N* (normal).

Grupa A. Ustalanie na parze figurek.

Z tej grupy ujawniły nałóg doskonale zróżnicowany żaby № 7, 14, 15 i 17. Inne (№ 3, 4, 5, 6, 16) dawały reakcje mieszane.

Rana t. № 7. 22.XI.24 r. од 16.VII.25 r. Trójkąty: wzwyż (+) i wódł(—).

a) Ustalanie nałogu: czujna, żywa, chwytą najczęściej z energicznego, pewnego doskoku. W próbach chwytą figurkę mocno szczękami. Nałóg ustala (rys. 4, wykres 7a).

b) Ustalanie nałogu do nowej figurki, przy pozostawieniu starej, znałogowanej, jako dodatkowej. Trójkąty: wprawo (+) i wzwyż (—) (rys. 4, wykres 7b).

Początkowo ruchy powolne, ostrożne, potem wraca do normy. Doświadczenia po 28 dniach przerwane. Próby dodatnie lub zerowe.

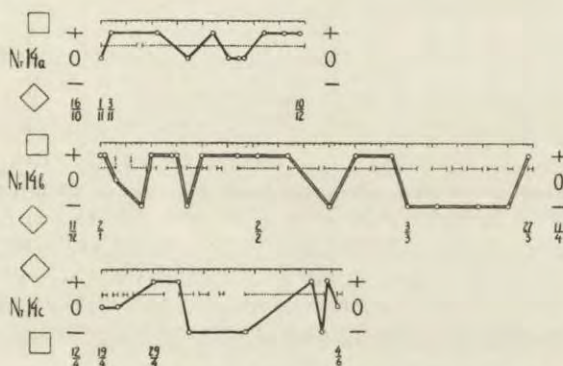
c) Po 28 dniach przerwy doświadczenia zostały wznowione w układzie trójkątów: w lewo (+) i wzwyż (—).

Po 22-dniowym okresie karmienia pierwsza reakcja wypadła ujemnie, poczem żaba nowy nałóg ustaliła. Zachowanie jej jednak

uległo zmianie (wiosna?). Rzuty często chybiane, a przeto parokrotne. Ruchy straciły pewność i precyzję. Często niespokojna, obtłukuje się o ścianki, lub przeciwnie senna i powolna. Reaguje jednak szybko (rys. 4, wykres 7c).

Rana № 14. 16.X.25 r. do 9.VII.26 r. Kwadraty: zwykły (+) i sztorcem (—).

a) Ustalenie nałogu: spokojna, reaguje szybko, jednym, pewnym rzutem. Czas w karmieniu 5 s. — 5 m.; w próbach 2 m. — 10 m. Przypatruje się spokojnie. Czasem kręci się w kierunku pałeczki lub badacza. Po okresie wstępnym odrazu pozytywny. Nałóg ustala (rys. 5, wykres 14a).



Rys. 5. Wykres № 14. *Rana temporaria*. a) ustalenie nałogu; typ reakowania *P* (pozytywny); b) amortyzacja (znaczonej linią podwójną) ciągła, potem próby rzadkie; c) odwracanie nałogu.

Fig. 5. *Rana temporaria*. Graphique № 14. a) établissement de l'habitude; type réactionnel *P* (= positif); b) amortissement continu (marqué au trait double), puis les rares essais; c) inversion de l'habitude.

b) Amortyzacja. Po 22-dniowej amortyzacji ciągłej¹⁾, wprowadzone zostają próby co parę dni. Pierwsza próba ujemna następuje po miesiącu amortyzacji. Początkowo przewaga prób dodatnich, potem ujemnych. W miarę czasu próby coraz niepewniejsze (rys. 5, wykres 14b).

c) W tym stadium przystąpiłam do ustalenia nowego nałogu, odwracając układ *a*, mianowicie kwadraty sztorcem (+) i zwykły (—). Okres karmień krótki — 7 dni. Żaba wpada w reakcje mieszane i nałogu nie ustala. Występują minusy w karmieniu i uderzenia w ściankę, przedtem nigdy nie obserwowane (rys. 5, wykres 14c).

d) Generalizacja. Dla wyjaśnienia tego odmiennego zachowania w serjach *a* i *c* wprowadzona zostaje zmiana w doświadczeniu: figurka dodatkowa jest podczas prób zamieniana na figurkę *o b c a*, mianowicie trójkąt. W tym układzie żaba bije w figurkę zasadniczą, do której

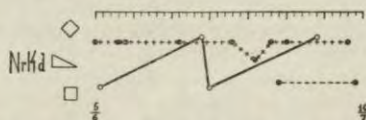
¹⁾ T. j. dłuższym okresie karmienia na nitce bez prób (przeciętnie 3 tygodnie).

chcieliśmy właśnie ustalić nałóg. Karmienie odbywa się na zwykłej parce. Dla kontroli odbywają się także próby na zwykłej parce oraz w układzie figurek: dodatkowej i obcej.

Rezultat jest następujący:

Układ figurek <i>Système des figures</i>	Ilość reakcyj (prób) <i>Nombre des réactions (des essais)</i>				
	ogólna <i>total</i>	na zasadniczą <i>à la fondamentale</i>	na dodatk. <i>à l'accessoire</i>	zerowych <i>nulles</i>	na obcą <i>à l'étrangère</i>
zasadnicza — obca <i>fundamentale — étrangère</i>	12	9	—	2	1
Dodatkowa — obca <i>accessoire — étrangère</i>	5	—	2	3	0
zasadnicza — dodatkowa <i>fundamentale — accessoire</i>	9	2	2	5	—

Z powyższego widać, że typ reakcji na zwykły poprzedni zespół nie uległ zmianie. Ujawniło się natomiast, że obie dawne figurki są utrwalone i dobrze odróżniane od trzeciej, obcej (raz tylko uderzonej po dość licznych próbach). Wyjaśnia się także, dlaczego w serji *c* nowy nałóg się nie ustalił: amortyzacja doprowadziła do zgeneralizowania nałogu na obie figurki, to też odwrócenie poprzednio ustalonego nałogu nie udało się (rys. 6, wykres 14).

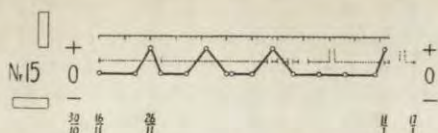


Rys. 6. Wykres № 14 d. *Rana temporaria* (ta sama, co na rys. 5). Serja t. zw. „generalizacji”. Wykres budowany inaczej, niż w serjach poprzednich. Linia ciągła (—) oznacza próby na zwykłej parce figurek. Linia krzyżkowa (+++++) na zespole dwóch figurek: zasadnicza-obca. Linia przerywana (— — — —) na zespole: dodatkowa-obca. Próby nad generalizacją rozpoczęte w stadium odwracania nałogu po uprzedniej długiej amortyzacji.

Fig. 6. Rana temporaria, la même que sur la fig. 5. Graphique № 14d. Série dite de „généralisation”. Ce graphique diffère, comme construction, de ceux qui précèdent. Au trait continu (—) sont marqués les essais sur un couple ordinaire des figures. Aux petites croix (+++++) ceux sur un couple: „fondamentale-étrangère”. Aux trait discontinu (— — — —) ceux sur un couple: „accessoire-étrangère”. Les essais de généralisation furent commencés au stade d'inversion après un long amortissement préalable.

Rana t. № 15. 30.10.25 r. do 8.1.26 r. Prostokąty: pionowy (+) i poziomy (—).

Spokojna. Czas reakcji 30 s.—3 m. Po dwóch miesiącach chora: powolna, kłapnięta, nie jada. Reaguje dodatnio lub zerowo. Czas prób 3 m.—12 m. W próbach zerowych patrzy cały czas, w dodatnich chwytą mocno szczękami parokrotnie figurkę. Nałóg ustala. Zdycha w trakcie doświadczeń. (rys. 7, wykres 15).



Rys. 7. Wykres № 15. *Rana temporaria*. Ustalenie nalogu. Typ reagowania P (pozytywny).

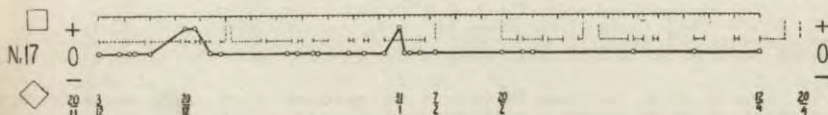
Fig. 7. *Rana temporaria*. Graphique № 15. Etablissement de l'habitude. Type réactionnel P (positif).

Rana t. № 17. 30.10.25 r. do 28.3.26 r. Kwadraty zwykły (+) i sztorcem (—).

Ciekawa ze względu na zachowanie, zbliżone do *Bufo*. Reaguje nader wolno, leniwie. Nieruchawa, siedzi przeważnie pod ścianką. Podczas karmienia i prób spokojna, patrzy nieruchomie, robi wrażenie niedostrzegania, względnie absolutnej obojętności. Jada normalnie. Często klapnięta, skulona. Ożywia się czasem, gdy owad ukryty za figurką: bije wtedy gwałtownie, wielokrotnie, aż go wyciągnie, potem wraca do swej martwoty.

Podczas prób patrzy uważnie i albo odwraca się, albo podłazi do ścianki pod aparat, jakby nie istniał wcale. Czas prób: 2 m. — 10 m. Czas reakcji podczas karmienia: 1 m. — 10 m.

W ciągu tych 5 miesięcy 3 próby dodatnie — wszystkie inne zerowe. Zdycha podczas doświadczeń (rys. 8, wykres 17).



Rys. 8. Wykres № 17. *Rana temporaria*. Typ reagowania podobny do *Bufo*: O/P.

Fig. 8. *Rana temporaria*. Graphique № 17. Type réactionnel analogue à celui de *Bufo*: O/P.

Grupa B. Ustalenie nalogu do pojedynczej figurki.

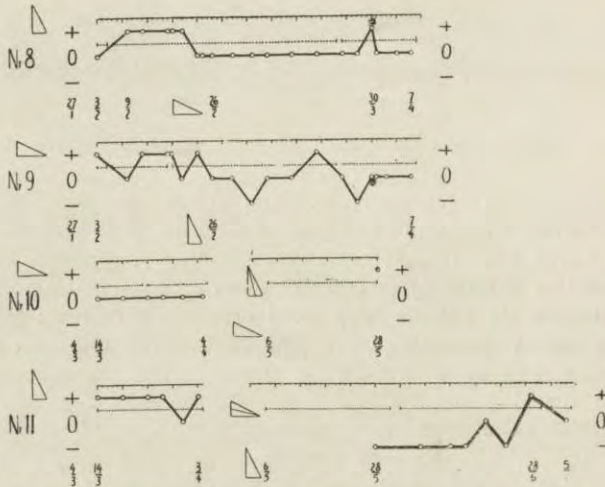
Do czterech *R. temporaria* została zastosowana odmienna metoda ustalania nalogu i badania zdolności różnicowania figurek.

Mianowicie, karmienie i próby odbywały się początkowo na pojedynczej figurce, zaś po ustaleniu do tejże nalogu zostaje wprowadzony podczas prób aparat zwykły o dwóch figurkach: znałogowanej oraz dodatkowej (jak wyżej). Karmienie — i po próbach w dalszym ciągu na pojedynczej figurce.

Rana № 8. Trójkąt wwyż.

Po 8-dniowym okresie karmienia już wali podczas próby w figurkę. Reaguje bardzo szybko: 10 s. — 20 s. W próbach rzut pewny, chwyt szczękami. Nalóg w ciągu 4 tygodni ustala, poczem rozpoczynają się próby na aparacie dwufigurkowym: trójkąty wwyż (+) i wprawo (—). Żaba przestaje reagować. Kontrolna próba z pojedynczą figurką wypada dodatnio, 30.3 (rys. 9, wykres 8).

Rana № 9, jednocześnie i jednakowo z № 8 traktowana, ustaliła w tym samym czasie nałóg do trójkąta wprawo (+). Przy wprowadzeniu do prób układu: wprawo (+), wwyż (—) dawała reakcje mieszane lub zerowe. W zachowaniu często niespokojna, bardzo ruchliwa (rys. 9, wykres 9).



Rys. 9. *Rana temporaria* (4 osobniki). Wykresy № 8 i 9. Metoda pojedynczej figurki. W miejscach, znaczoney figurką w dole, początek prób na aparacie dwufigurkowym. Gwiazdki znaczą jednorazowe próby kontrolne na figurce pojedynczej (pierwotnej). Wykresy № 10 i 11. Przejście od metody pojedynczej figurki do metody pary figurek z miesięczną przerwą amortyzacyjną.

Fig. 9. *Rana temporaria* (4 individus). Graphiques № 8 i 9. Méthode d'une seule figure. Aux endroits marqués par une figure en bas, on voit le commencement des essais sur un couple de figures. Les astérisques indiquent les essais sporadiques de contrôle sur une seule figure (initiale). Graphiques № 10 et 11. Passage de la méthode d'une figure à celle du couple, après un intervalle d'un mois d'amortissement.

Rana № 10 (4.III. do 5.VI.25 r.) i № 11 (4.III. do 8.VII.25 r.) podlegały w ciągu czterech tygodni ustalaniu nałogu do pojedynczych figurek (jak wyżej). № 10 dawała stale w próbach na pojedynczej figurce odpowiedzi zerowe, № 11 zaś — dodatnie. Dalszy ciąg doświadczeń z tą parką został poprowadzony nieco inaczej: mianowicie po 4-tygodniowej amortyzacji ciąglej rozpoczęłam doświadczenia na parze figurek, czyli ustalenie nowego nałogu do nowej figurki, przy pozostawieniu jako dodatkowej — figurki z pierwszej części doświadczenia, mianowicie:

dla № 10 wwyż (+) i wprawo (—).

dla № 11 wprawo (+) i wwyż (—).

Po 22-dniowym okresie karmień pierwsza próba dla № 10 wypadła dodatnio; niestety, w parę dni potem żaba zdechła.

Natomiast № 11 reagowała w próbach ujemnie przez 4 tygodnie, poczem dopiero dała pierwszy i ostatni plus, gdyż także wkrótce zdechła.

Ten ostatni przypadek wskazywałby na to, że ustalony w pierwszej części doświadczenia nałóg do pojedynczej figurki trwał przez 8 tygodni, pomimo 4-tygodniowej amortyzacji ciągłej i parotygodniowego karmienia na nowej figurce (rys. 9, wykresy 10 i 11).

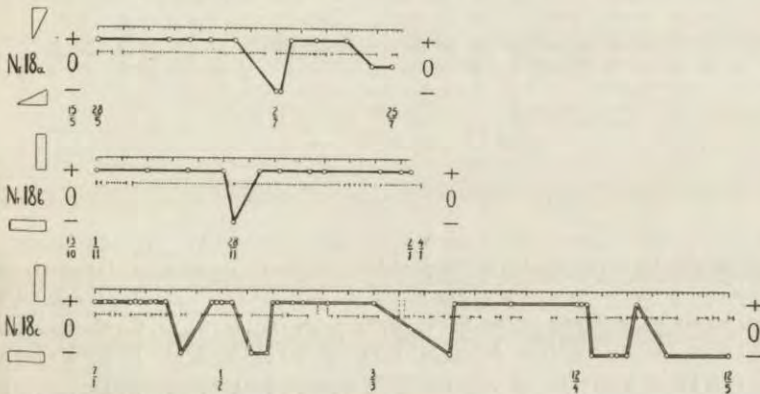
3. *Hyla arborea*.

Z ogólnej liczby 8, cztery osobniki były w doświadczeniu dłuższy czas — od maja 1925 r. do lipca 1926 r. — przechodząc kolejno wszystkie serje, a więc ustalanie (parokrotne), amortyzację i generalizację nałogu.

Hyla № 18.

a) Ustalanie nałogu. Od 15.V. do 25.VII.1925 r. Trójkąty: wdół (+) i wlewo (—).

Bardzo ruchliwa. Reaguje coraz szybciej. Do owada podłazi kroczkami drobnymi, chwytą pewnym rzutem. W próbach reaguje wolno, uważnie. Nałóg ustala, przechodząc od razu po 13-dniowym okresie karmień do okresu pozytywnego (rys. 10, wykres 18a).



Rys. 10. *Hyla arborea*. Wykres № 18. a) Ustalanie nałogu I; typ reagowania P; b) ustalanie nałogu II po wakacjach; typ reagowania P; c) amortyzacja z częstymi próbami.

Fig. 10. *Hyla arborea*. Graphique 18. a) établissement de l'habitude I; type réactionnel P; b) établissement de l'habitude II; type réactionnel P; c) amortissement à essais fréquents.

b) Powtórne ustalanie nałogu (po 3-miesięcznej przerwie letniej). 13.X.25 r. do 4.I.26 r. Prostokąty pionowy (+) i poziomy (—).

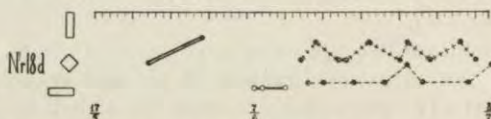
Nałóg ustala. Przebieg doświadczeń analogiczny w obu serjach: brak okresów mieszanych, zakłócenie okresów pozytywnych pojedynczymi próbami ujemnymi (rys. 10, wykres 18b).

c) Amortyzacja nałogu z próbami: 8.I. do 12.V.26 r. Próby codzienne, względnie bardzo częste. W ciągu szesnastu dni stałe odpowiedzi dodatnie, poczem rozpoczynają się także ujemne, z dużą przewagą po stronie plusów, które po trzech miesiącach ustępują coraz częstszymi minusom. W miarę posuwania się amortyzacji, próby coraz niepewniejsze, częste także uderzenia w ściankę, obok lub między figurki.

W okresie luty—marzec tak niespokojna, że próby wogóle niemożliwe, lub bardzo utrudnione (rys. 10, wykres 18c).

d) **Generalizacja.** 17.V. do 8.VII.26 r.

Doświadczenie, rozpoczęte bezpośrednio po amortyzacji w stadium przewagi minusów, skonstruowane zostało w sposób następujący (karmienie na nitce, próby na zespole trójfigurkowym codzienne): między dotychczasowe figurki wprowadzona zostaje nowa, obca figurka — kwadrat sztorcem (p. rys. 2c).



Rys. 11. *Hyla arborea* (ta sama co na rys. 10). Wykres 18d. Generalizacja rozpoczęta po długotrwałej amortyzacji, w stadium przewagi minusów. Budowa wykresu jak na rys. 6, z tym dodatkiem, że linia podwójna ciągła (—) oznacza wyniki prób na zespole trójfigurkowym: zasadnicza — obca — dodatkowa. (NB. Zahamowanie reakcji przy wprowadzeniu tego zespołu).

Fig. 11. *Hyla arborea* (la même que sur la fig. 10). Graphique 18d. Série de généralisation commencée après un long amortissement, au stade de prévalence des réactions „negatives“ (—). Construction du graphique tout comme celle de la fig. 6, y ajouté le trait double (—) représentant les résultats des essais sur le dispositif trifigural: „fondamentale — étrangère — accessoire“. (Remarque l'inhibition des réactions après l'introduction de ce dispositif).

Podczas pierwszych dwóch prób żaba spokojnie ogląda nowy zespół, podążając i przypatrując się każdej figurce z osobna; podczas trzeciej zaś bije parokrotnie w obcą figurkę. W następnych czterech reaguje raz uderzeniem w figurkę zasadniczą. W trzech dalszych próbach kontrolnych na zwykłym dwufigurowym aparacie reaguje trzykrotnie ujemnie, a więc tak jak w końcu okresu amortyzacyjnego.

Układ figurek <i>Système des figures</i>	Ilość reakcyj (prób) <i>Nombre des réactions (des essais)</i>				
	ogólna total	na zasadniczą à la fondamentale	na dodatki à l'accessoire	zerowych nulles	na obcą à l'étrangère
zasadnicza — obca — dodatkowa <i>fondamentale — étrangère — accessoire</i>	8	1	0	6	1
zasadnicza — dodatkowa <i>fondamentale — accessoire</i>	3	0	3	0	—

Zmieniam doświadczenie: wycofuję zespół trójfigurkowy, stosując natomiast kolejno zamianę, w zwykłej parze, figurki zasadniczej lub dodatkowej na obcą. Wynik prób:

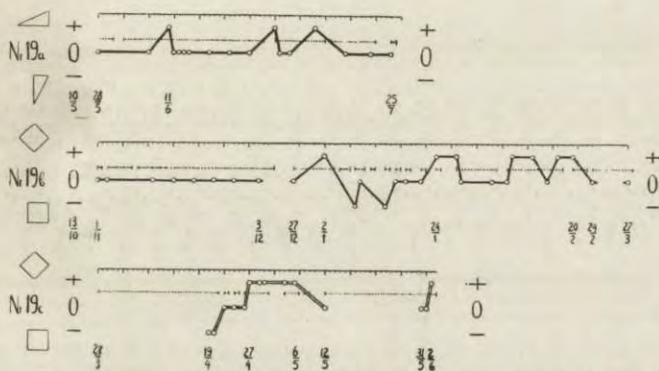
Układ figurek <i>Système des figures</i>	Ilość reakcyj (prób) <i>Nombre des réactions (des essais)</i>				
	ogółem <i>total</i>	na zasadniczą <i>à la fondamentale</i>	na dodatk. <i>à l'accessoire</i>	zerowych <i>nulles</i>	na obcą <i>à l'étrangère</i>
zasadnicza — obca <i>fundamentale — étrangère</i>	10	4	—	0	6
dodatkowa — obca <i>accessoire — étrangère</i>	9	—	6	1	2

W pierwszej części doświadczenia (zespół trójfigurkowy) wprowadzona obca figurka nie wpływa na zmianę wyboru figurki na korzyść uprzednio znalgotowanej; trzy próby kontrolne wypadają ujemnie. W dalszym układzie (dwufigurkowym) wszystkie trzy figurki są uderzane przez żabę. Wyraźne jest jednak faworyzowanie figurki dodatkowej na niekorzyść zasadniczej, która jest traktowana gorzej od figurki obcej (rys. 11, wykres 18d).

Hyla № 19.

a) Ustalanie nałogu. 10.V. do 25.VII.25 r. Trójkąty: wlewo (+) i wdół (—).

Naogół spokojna. Gdy daleko od aparatu, przysuwa się wolny, ostrzeźnie, wyciągając się na łapkach. Chwyt z blizka. Często—drżenie kończyn w trakcie przygotowywania się do chwytu. Podczas prób spokojna, uważna. Długi okres wstępny. Reaguje rzadko (np. w porównaniu z № 18)—zawsze dodatnio. (rys. 12, wykres 19a).



Rys. 12. *Hyla arborea*. 19. a) Ustalanie nałogu I; typ reagowania P; b) ustalanie nałogu II p. w; typ reagowania N; c) amortyzacja ciągła naprzemian z próbami.

Fig. 12. *Hyla arborea*. Graphique 19. a) établissement de l'habitude I—type réactionnel P; b) établissement de l'habitude II—type réactionnel N; c) amortissement continu, alternant avec les essais.

b) Powtórne ustalanie nałogu (po wakacjach letnich). 13.10.25 r. do 27.3.26 r. Kwadraty: sztorcem (+) i zwykły (—). Zachowanie zmienione: reaguje powoli, podczas miesięcy zimowych leniwa, nieruchawa, ukryta w mechu. Je codziennie, ale bardzo niechętnie. Ożywia się w końcu lutego. Czas reakcji 1 m.—15 m. Podobne zachowanie w próbach. Niezmier-

nie długi (81 dni) okres wstępny, po którym zaczyna reagować. Ciekawe, czy odegrało tu rolę zastosowanie głodówek przed próbami (p. linję jądania, rys. 23). Nałóg ustala, poczem znowu wpada w okres zerowy. W tem też stadjum rozpoczęto (rys. 12, wykres 19b)

c) amortyzację (28.3 do 2.6.26 r.) w następującej formie: zastosowane zostały kolejno trzytygodniowe okresy amortyzacji ciągłej, przerywane okresami amortyzacji z próbami częstymi. Po dwóch miesiącach nałóg trwa (rys. 12, wykres 19 c). W tem stadjum pozytywnym rozpoczęłam doświadczenia

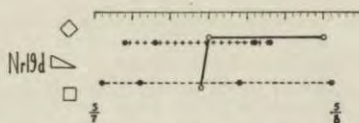
d) generalizacyjne, by stwierdzić, czy mimo stałych pozytywnych reakcyj utrwalony jest także obraz figurki dodatkowej.

A więc w zwykłej parce jest kolejno zamieniana bądź figurka dodatkowa, bądź zasadnicza na figurkę obcą — trójkąt wprawo.

Wynik prób:

Układ figurek <i>Système des figures</i>	Ilość reakcyj (prób) <i>Nombre des réactions (des essais)</i>				
	ogólna <i>total</i>	na zasadniczą <i>à la fondamentale</i>	na dodat. <i>à l'accessoire</i>	zerowych <i>nulles</i>	na obcą <i>à l'étrangère</i>
zasadnicza — obca <i>fundamentale — étrangère</i>	11	4	—	7	0
dodatkowa — obca <i>accessoire — étrangère</i>	10	—	4	6	0
zasadnicza — dodatkowa <i>fundamentale — accessoire</i>	4	2	1	1	—

Powyższy rezultat wyraźnie świadczy o mocno ustalonym nałogu do obu figurek, co potwierdzają także próby kontrolne na zwykłej parce. Figurka obca nie zostaje uderzona ani razu (rys. 13, wykres 19d).



Rys. 13. *Hyla arborea* (ta sama co na rys. 12). Wykres 19 d. Generalizacja rozpoczęta po amortyzacji w stadjum pozytywnym. Budowa wykresu jak na rys. 6.

Fig. 13. *Hyla arborea* (celle de la fig 12). Graphique 19 d. Généralisation commencée après amortissement, au stade des réactions positives. Structure du graphique comme celle de la fig 6.

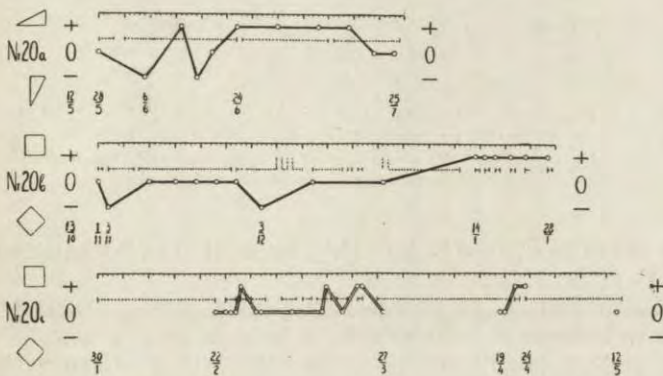
Hyla № 20.

a) Ustalanie nałogu. 12.5 do 25.7.25 r. Trójkąty: wlewo (+) i wdół (—).

Ruchy pewne, gwałtowne. Rzuty i chwytty owada często zdaleka, ze skoku. Czas reakcji długi: 1—10 m. Podczas prób spokojna. Czas w próbach 0,5—2 m. Nałóg ustala (rys. 14, wykres 20a).

b) Powtórne ustalanie nałogu (po przerwie letniej). 13.10.25 r. do 28.1.26 r. Kwadraty: zwykły (+) i sztorcem (—).

Zachowanie naogół jak wyżej. W miesiącach zimowych leniwa (por. z № 19), nie chce reagować. W połowie stycznia dopiero (systematyczne stosowanie głodówek — p. linja jadania fig. 14) zaczyna reagować pozytywnie i nałóg ustala (rys. 14, wykres 20b).



Rys. 14. *Hyla arborea*. Wykres 20. a) Ustalanie nałogu I; typ reagowania N; b) ustalanie nałogu II po wak.: typ reagowania N; c) amortyzacja ciągła naprzemian z próbami.

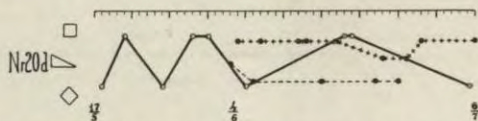
Fig. 14. *Hyla arborea*. Graphique 20. a) établissement de l'habitude I—type réactionnel N; b) établissement de l'habitude II—type réactionnel N; c) amortissement continu, alternant avec les essais.

c) Amortyzacja, jak z № 19c, na zmianę ciągła (trzytygodniowa) i przerywana. W ciągu trzech miesięcy nałóg trwa niezakłócony żadną reakcją ujemną (rys 14 wykres 20c).

d) Generalizacja. Dla wyjaśnienia stosunku do figurki dodatkowej stosujemy w próbach układ: dodatkowa — obca, z wyeliminowaniem zasadniczej. W pierwszych dwóch próbach żaba reaguje tylko uważnym przypatrywaniem się. Ciekawe natomiast, że w następnej próbie kontrolnej (na zwykłej parce) bije po raz pierwszy w figurkę dodatkową. Trzecia próba w zmienionym zespole znowu zerowa — żaba bardzo niespokojna. Dalszy ciąg doświadczeń z następującym rezultatem:

Układ figurek Système des figures	Ilość reakcyj (prób) Nombre des réactions (des essais)				
	ogólna total	na zasadniczą à la fondamentale	na dodatk. à l'accessoire	zerowych nules	na obcą à l'étrangère
zasadnicza — obca fondamentale — étrangère	9	7	—	1	1
dodatkowa — obca accessoire — étrangère	14	—	4	9	1
zasadnicza — dodatkowa fondamentale — accessoire	17	5	4	8	—

Wskazuje to na utrwalenie pamięciowe obu figurek. Widać jednak, zarówno w zespołach zmienionych jak zwykłych, przewagę na korzyść figurki zasadniczej. Tu więc wprowadzenie figurki nowej, obcej, wydobyciło i uzewnętrzniło utrwalony również nałóg do figurki dodatkowej (rys. 15, wykres 20d).



Rys. 15. *Hyla arborea* (ta sama co na rys. 14). Wykres 20 d. Generalizacja rozpoczęta po amortyzacji w stadium pozytywnym.

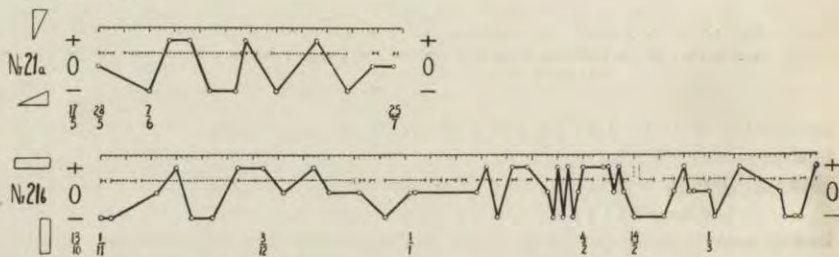
Fig. 15. *Hyla arborea* (celle de la figure 14). Graphique 20 d. Généralisation commencée après amortissement, au stade positif.

Hyla № 21.

a) Ustalenie nałogu. 17.V. do 25.VII.25 r. Trójkąty: w górę (+) i w lewo (-).

Reaguje szybko. Po 10 dniach występują często wielokrotne chybione rzuty i minusy w karmieniach.

W próbach reaguje szybko, gwałtownie. Wpada od razu w okres reakcyj mieszanych i nałogu zróżnicowanego nie ustala (rys. 16, wykres 21a).



Rys. 16. *Hyla arborea*. Wykres 21. a) Ustalenie nałogu I; typ reagowania M; b) ustalenie nałogu II po wakac.; typ reagowania M.

Fig. 16. *Hyla arborea*. Graphique 21. a) établissement de l'habitude I — type réactionnel M; b) établissement de l'habitude II — type réactionnel M.

b) Powtórne ustalenie nałogu (po przerwie letniej). 13.X. 25 r. do 13.IV.26 r. Prostokąty: poziomy (+) i pionowy (-).

Zachowanie jak w a, brak koordynacji ruchów. Rzuca się na wszelkie przedmioty, będące w ruchu. Wpada od razu i bez wyjścia w typ reakcyj mieszanych, z równą ilością plusów i minusów (17+, 17-, 17-0). Nałogu nie ustala. Dalsze badanie zostało uniemożliwione przez ucieczkę żaby (rys. 16, wykres 21b).

4. *Bombinator igneus*.

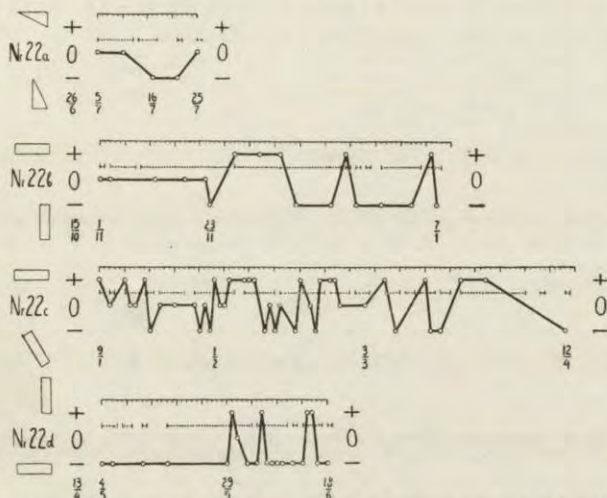
Z nielicznej grupy 5 osobników — 3 były w doświadczeniu czas dłuższy: od 26.VI.25 r. do lipca 26 r., przechodząc (podobnie jak grupa *Hyla*) wszystkie serje doświadczeń.

Bombinator № 22. Charakterem zachowania odpowiada *Hyla* № 21.

a) Ustalanie nałogu: 26. VI. 25 r. do 25. VII. 25 r. Trójkąty: wlewo (+) i wwyż (-).

Reaguje szybko. Zjada gwałtownie. W karmieniach częste rzuty wielokrotne chybiane oraz minusy. Ze względu na krótki okres doświadczeń i znikomą ilość reakcji — żadnych wniosków wyciągnąć nie można (rys. 17, wykres 22a).

b) Powtórne ustalanie nałogu (po ferjach letnich). 15. X. 25 r. do 7. I. 26 r. Prostokąty: poziomy (+) i pionowy (-).



Rys. 17. *Bombinator igneus*. Wykres 22. a) Ustalanie nałogu I; b) ustalanie nałogu II (po wak.); typ reagowania M; c) ustalanie nałogu II z pochyleniem figurki dodatkowej; typ reagowania bez zmiany; d) odwracanie nałogu; ujawnienie nałogu do figurki zasadniczej z poprzedniej serji.

Fig. 17. *Bombinator igneus*. Graphique 22. a) établissement de l'habitude I; b) établissement de l'habitude II—type réactionnel M; c) établissement de l'habitude II (figure „accessoire” inclinée)—type réactionnel M; d) inversion de l'habitude. (L'inversion de la valeur attractive des figures fait se manifester l'habitude contractée pour la fig. „fondamentale” des séries précédentes).

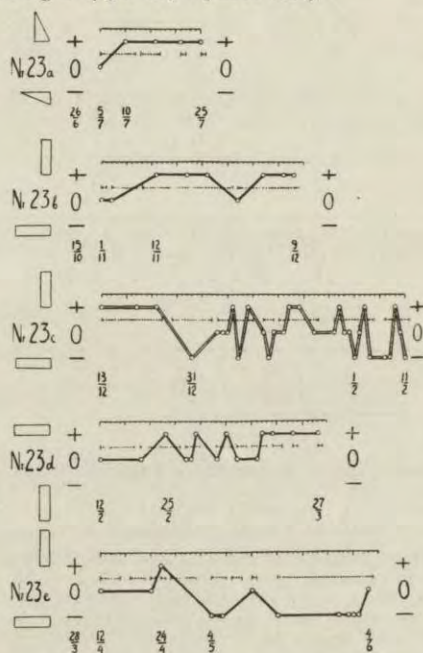
Zachowanie jak w *a*. Po długim okresie wstępnym wpada w reakcje mieszane, waląc z równą zaciętością, często wielokrotnie, zarówno figurkę zasadniczą jak dodatkową (rys. 17, wykres 22b).

c) By zanalizować to zachowanie, wprowadzam zmianę: prostokąt dodatkowy (pionowy) — zostaje pochyłony. Początkowo żaba reaguje parę razy (kolejno) dodatnio, wkrótce jednak plusy i minusy wyrównują się znowu. Jeśli przytem zwrócić uwagę nie tylko na stronę liczbową, ale i na sposób reagowania, to należy stwierdzić, że żaba z wielką pasją i jakby ze specjalnem upodobaniem wali w figurkę dodatkową, podczas gdy uderzenia w zasadniczą są słabe i jakby przypadkowe (to samo *Hyla* № 21) (rys. 17, wykres 22c).

Po dwóch miesiącach takich doświadczeń

d) układ został odwrócony, w stosunku do układu b, t. j. prostokąty pionowy (+) i poziomy (-), czyli nastąpiło ustalenie nałogu do figurki, do której podejrzewałam większą inklinację. Po 21 dniach karmień żaba zaczęła reagować w sposób zgoła nieoczekiwany, tak jak w normalnym przebiegu amortyzacji z odwracaniem ustalonego nałogu. W ciągu 26 dni dawała próby wyłącznie ujemne (bijąc obecnie dodatkową, a w poprzednich serjach niewyróżnicowaną pozornie figurkę zasadniczą), potem zaś nastąpiły reakcje mieszane z dużą jednak przewagą minusów (10 minusów na 4 plusy).

W tym więc układzie nastąpiło ujawnienie zatajonego uprzednio nałogu (rys. 17, wykres 22d).



Rys. 18. *Bombinator igneus*. Wykres 23. a) ustalenie nałogu I; typ reagowania P (pozytywny); b) ustalenie nałogu (po wak.); typ reagowania P (pozytywny); c) amortyzacja z próbami; d) odwracanie nałogu; typ reagowania P; e) amortyzacja przez powtórne bezpośrednie odwracanie nałogu (nie udaje się!).

Fig. 18. *Bombinator igneus*. Graphique 23. a) établissement de l'habitude I — type réactionnel P; b) établissement de l'habitude II — type réactionnel P; c) amortissement avec essais (dit discontinu); d) inversion de l'habitude II — type réactionnel P; e) amortissement par réinversion immédiate (essai de retour à l'habitude II, qui ne réussit pas).

Bombinator № 23.

a) Ustalenie nałogu. 26.VI. do 25.VII.25 r. Trójkąt wwyż (+) i w lewo (-).

Reaguje bardzo szybko: 2—30 s. Ruchliwa. W ciągu tak krótkiego

czasu 4 próby dodatnie — wyraźna tendencja do ustalenia nałogu (rys. 18, wykres 23a).

b) Powtórne ustalanie nałogu (po przerwie letniej). 15.X. do 9.XII.25 r. Prostokąty: pionowy (+) i poziomy (—).

Bardzo ruchliwa. Ruchy pewne. Po chwyceniu owada odskakuje wtył, ucieka lub ciska się gwałtownie wraz z łupem (często padając na grzbiet).

Próby pewne, stale dodatnie. Brak okresu mieszanego. Nałóg ustala (rys. 18, wykres 23b).

c) Amortyzacja z próbami. 13.12.25 r. do 11.2.26 r.

Próby co parę dni, potem częściej. 20 dni próby dodatnie, potem mieszane w równym stosunku ilościowym. W miarę czasu reakcja coraz mniej pewna. Zdarzają się, przedtem nieobserwowane, uderzenia w ściankę (rys. 18, wykres 23c).

d) Odwracanie nałogu po amortyzacji poprzedniego (bezsrednio po c). 12.2 do 27.3.26 r. Prostokąty: poziomy (+) i pionowy (—).

Okresu mieszanego brak. Nałóg w krótkim czasie ustala. Próby piękne, wyraźne (rys. 18, wykres 23d).

e) Ponowne odwracanie nałogu (bez uprzedniej amortyzacji). 28.3 do 4.6.26 r. Prostokąty: pionowy (+) i poziomy (—). Po 28 dniach reaguje poraz pierwszy plusem, poczem daje stale reakcje ujemne, nie wygasza więc ustalonego w *d* nałogu i nowego nie tworzy. Występują ponadto dotąd nigdy nie obserwowane minusy w karmieniu (rys. 18, wykres 23e).

f) Generalizacja. 5.6 do 9.7.26 r. Fig. obca: kwadrat sztorcem. Próby zmierzają do ujawnienia stosunku do figurki zasadniczej, na której jest w dalszym ciągu karmiona, a którą stale w próbach pomija. Stosunek ten jednak po wprowadzeniu obcej figurki nie uległ zmianie: bita jest figurka obca, nie zasadnicza, i częściej dodatkowa, niż zasadnicza.

Układ figurek <i>Système des figures</i>	Ilość reakcyj (prób) <i>Nombre des réactions (des essais)</i>				
	ogólna <i>total</i>	na zasadniczą <i>à la fondamentale</i>	na dodat. <i>à l'accessoire</i>	zerowych <i>nulles</i>	na obcą <i>à l'étrangère</i>
zasadnicza — obca <i>fundamentale — étrangère</i>	9	1	—	2	6
dodatkowa — obca <i>accessoire — étrangère</i>	8	—	5	0	3
zasadnicza — dodatkowa <i>fundamentale — accessoire</i>	7	1	5	1	—

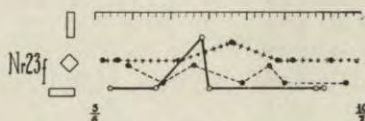
Próby kontrolne potwierdzają wielką przewagę figurki dodatkowej nad zasadniczą — czyli niewygaszenie nałogu drugiego *d* (rys. 19, wykres 23f).

Bombinator № 24.

a) Ustalanie nałogu. 26.6 do 25.7.25 r. Trójkąty: wzwyz (+) i wlewo (—).

Reaguje szybko: 5 s.—1 m. Chwyty gwałtowne. Rezultat niewyraźny (rys. 20, wykres 24a).

b) Powtórne ustalanie nałogu (po przerwie letniej). 15.10 do 13.12.25 r. Prostokąty: pionowy (+) i poziomy (—).

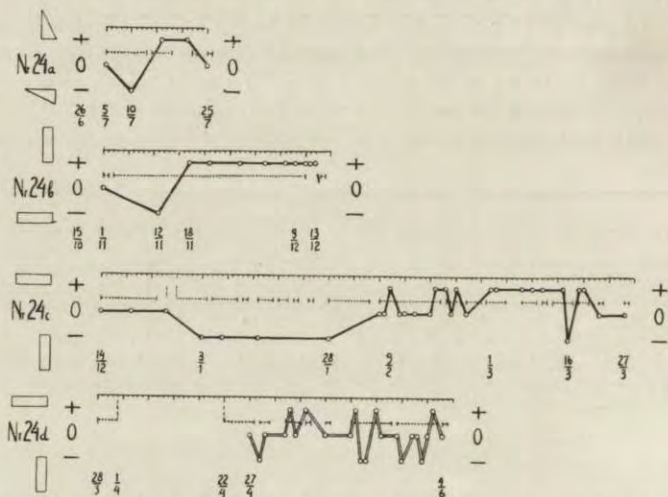


Rys. 19. *Bombinator igneus* (ta sama co na rys. 18). Wykres № 23 f. Generalizacja rozpoczęta w stadium ponownego odwracania nałogu, przy przewadze figurki dodatkowej.

Fig. 19. *Bombinator igneus* (celui de la fig. 18). Graphique 23 f. Généralisation commencée au stade de réinversion, à la phase de prévalence de la figure „accessoire”.

Reaguje szybko i pewnie. Często rzuty wielokrotne, czasem minusy w karmieniu. Nałóg ustala (rys. 20, wykres 24b).

c) Amortyzacja z bezpośrednim odwracaniem nałogu: 14.12.25 r. do 27.3.26 r. Prostokąty pionowy (+) i poziomy (—). Początkowo reaguje wogóle wolniej — próby zerowe. Potem próby ujemne — także w karmieniu dość częste minusy. Wreszcie okres negatywny (amortyzacyjny) ustępuje okresowi pozytywnemu — minusy w karmieniu także znikają — nowy nałóg ustaliła (rys. 20, wykres 24c).



Rys. 20. *Bombinator igneus*. Wykres 24a. a) Ustalanie nałogu I; b) ustalanie nałogu II (po wak.); typ reagowania N; c) amortyzacja z bezpośrednim odwracaniem nałogu; d) amortyzacja ciągła, potem z próbami.

Fig. 20. *Bombinator igneus*. Graphique 24 a. a) établissement de l'habitude I; b) établissement de l'habitude II — type réactionnel N, c) amortissement par inversion immédiate de l'habitude; d) amortissement continu, ensuite celui à essais.

d) Amortyzacja ciągła. 28.4 do 4.6.26 r.

Nastąpiły komplikacje natury chorobowej, uniemożliwiające normalny bieg doświadczeń.

Przebieg choroby: jeszcze w okresie końcowym ustalania ostatniego nałogu (odwracania c), występowały niekiedy podczas zmiany wody w akwarjum przypadki całkowitego zeszywnienia i bezwładu, trwające do dwóch minut, poczem żaba wracała do stanu normalnego. W parę dni po rozpoczęciu amortyzacji (mianowicie 1.4) przestała jeść, stała się powolna, nieruchawa, apatyczna, słabiotka. Dopiero po 22 dniach zaczyna się ożywiać i przyjmować pokarm, uprzednio bowiem za zbliżeniem owada kurezyła się cała, zaciskała oczy i chowała łebek. Ruchy słabe, nie skoordynowane, chybiające kierunek, niepewne. Ataki bezwładu nadal występują od czasu do czasu. Przy powrocie do normy ożywiają się najpierw kończyny tylne, oczy, wreszcie przednie łapki. Wogóle, pozostaje lekki niedowład prawostronny.

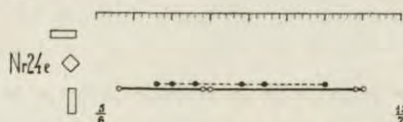
Gdy żaba zaczęła jeść i ożywiła się nieco — wznowione zostały próby amortyzacyjne i, aczkolwiek ruchy były bardzo niezgrabne i słabe, to jednak reagowała często, dając wyniki mieszane, świadczące wyraźnie o trwającym mimo choroby nałogu (rys. 20, wykres 24d).

Dla bliższego jego zanalizowania wprowadzono i tu doświadczenia, ujawniające:

e) generalizację nałogu, przez kolejne próby w trzech układach, z wprowadzeniem figurki obcej, kwadratu sztorcem.

Układ figurek <i>Système des figures</i>	Ilość reakcyj (prób) <i>Nombre des réactions (des essais)</i>				
	ogólna <i>total</i>	na zasadniczą <i>à la fondamentale</i>	na dodatki. <i>à l'accessoire</i>	zerowych <i>nulles</i>	na obcą <i>à l'étrangère</i>
zasadnicza — obca <i>fundamentale — étrangère</i>	10	1	—	9	0
dodatkowa — obca <i>accessoire — étrangère</i>	11	—	6	5	0
zasadnicza — dodatkowa <i>fundamentale — accessoire</i>	5	0	5	0	—

W powyższem widać wyraźnie negatywny stosunek do figurki obcej oraz olbrzymią przewagę figurki dodatkowej (rys. 21, wykres 24e).



Rys. 21. *Bombinator igneus* (ta sama co na rys. 20). Wykres 24e. Generalizacja rozpoczęta po amortyzacji i chorobie, w stadium niewielkiej przewagi minusów.

Fig. 21. *Bombinator igneus* (le même que sur la fig. 20). Graphique 24e. Essai de généralisation commencée après amortissement et maladie, au stade d'une faible prévalence des réactions négatives (visant la fig. „accessoire“).

Dla uzupełnienia obrazu przebiegu doświadczeń należy dodać, że po długotrwałej amortyzacji letniej (2,5 miesiąca), przed rozpoczęciem w październiku 1926 r. nowej serii doświadczeń zrobiono parę prób kontrolnych na zespołach dawanych do feryj letnich — wszystkie próby spotkały się jednak z absolutną obojętnością: żaby nietylko nie zareagowały rzutem na figurki, ale zachowały się tak, jakby wogóle aparacików w akwarjum nie było. Próby te były jednak robione tylko na zwykłej parce — a więc niewykorzystane zostały wszystkie środki sprzyjające ujawnieniu śladów pamięci (nałogu).

Ciekawy przebieg miały zastosowane w dwóch przypadkach próby przejściowe, potwierdzające niezbitie mocno utrwalony nałóg; mianowicie:

Rana № 7. Bezpośrednio przed przystąpieniem do serii b (rys. 4, wykres 7a, próba z 10.7) karmię żabę na trójkacie dodatkowym; figurka zasadnicza, na której stale jadała, jest pusta. Żaba natychmiast bije figurkę zasadniczą pustą, potem dopiero zjada owad, przyczepiony do figurki dodatkowej.

Bombinator № 24. Już 9.12 (rys. 20, wykres 24b) po próbie żaba jest celowo karmiona na figurce dodatkowej — pierwsze uderzenie jest w figurkę zasadniczą, potem dopiero owad zostaje zjedzony. Czas długi: 1 m. Następnego dnia bez próby — karmienie na dodatkowej — zjada bez przeszkód. W ciągu dalszych trzech dni głodówka, ale kolejne próby wszystkie trzy dodatnie. Następnego dnia potwierdziła istnienie mocnego nałogu (rys. 20, wykres 24c).

III. Analiza wyników.

A. Sprawy ustalania nałogu.

Przed przystąpieniem do wyciągania jakichkolwiek wniosków, musimy zwrócić uwagę na niektóre zjawiska, zaobserwowane w toku doświadczeń.

1. Oswojenie się.

Żaby przyniesione do pracowni i rozmieszczone w akwarjach są początkowo bardzo niespokojne: rzucają się, obfłukują o ścianki, uderzają gwałtownymi ruchami, usiłują uciec przy każdej okazji, przez pierwszych parę dni nie przyjmują pokarmu. W miarę czasu oswoją się, niezależnie od doświadczeń reagują na cały szereg bodźców postronnych, zaś po dłuższej amortyzacji nałogów doświadczalnych (ferje letnie) najbardziej „czułe“ osobniki zdradzają zupełną obojętność w stosunku do bodźców, na które uprzednio nader żywo reagowały. Gdy żaba jest już dostatecznie oswojona i zaczyna normalnie jeść — rozpoczynamy doświadczenia.

Ciekawą ilustracją stosunku żaby do aparatu, potwierdzającą istnienie nałogu wogóle, jest zachowanie się niektórych osobników z natury bardzo niespokojnych, bądź też znajdujących się w okresie wzmożonej pobudliwości (№ 18—wiosną). Żaby te, biegające i rzucające się gwałtownie po akwarjum, z chwilą wstawienia aparatu pustego (tembardziej, oczywista, z owadem)—uspakajają się natychmiast i zajmują pozycję obserwacyjną. Po próbie wracają do poprzedniego stanu.

2. Postawa „na baczność“ (odruchy baczenia).

Naogół wszystkie będące w doświadczeniu żaby okazały się bardzo czujne, t. j. już po paru dniach wstawienie aparatu wywoływało pewną reakcję, pozwalającą stwierdzić, że żaba aparat zauważyła. Reakcja ta polega na przybraniu charakterystycznej postawy, którą można określić jako „baczną“, a która jest dość rozmaita i specyficzna dla danego osobnika. Składa się na nią charakterystyczne ustawienie tułowia, głowy, kończyn (występuje czasem gwałtowne drganie łapek), sprawiające wrażenie napięcia, czajenia się, przygotowania do skoku i t. d.

3. Okres przygotowawczy do chwytu.

Od zauważenia aparatu i owada do pochwycenia tegoż upływa pewien czas: jest to jakby okres przygotowawczy. Zachowanie się żab w tym okresie jest bardzo charakterystyczne i stałe dla danego osobnika. Niektóre np. chwytają zdaleka czy też zbliżka z gwałtownego doskoku (7, 20, 23, 24), inne zbliżają się powoli, drobnymi skokami (18), lub wyciągają się w cichych powolnych ruchach (19), to znowu obserwują spokojnie i chwytają pewnie z miejsca (14, 15); zdarzają się osobniki o ruchach gwałtownych, szybkich, wykazujących brak koordynacji (21, 22) i wreszcie takie, które podążają, oglądają ze wszystkich stron, przypatrują się, zbliżają, cofają i t. d., poczem dopiero zjadają (1, 2).

Nie dały się zaobserwować wyraźne różnice gatunkowe w zachowaniu się żab. Jeżeli wyłączymy *Bufo*, to niemal wszystkie sposoby reagowania właściwe były rozmaitym osobnikom tego samego gatunku. Można jedynie ustalić pewną gradację w szybkości i żywości reagowania wogóle, mianowicie w porządku zstępującym: *Bombinator*, *Hyla*, *R. temporaria* i *Bufo*.

4. Czas reakcji w karmieniu.

Czas od wstawienia aparatu do wyraźnej reakcji zauważe-

nia go przez żabę jest naogół bardzo krótki i waha się w granicach sekundowych, niezależnie od położenia żaby względem aparatu. Natomiast czas od zauważenia do rzucenia się i pochwylenia owada waha się od jednej sekundy do pół godziny, najczęściej jednak w granicach od dziesięciu sekund do dwóch minut. Zdarza się, że moment „ustawienia się“ żaby „na baczność“ wcale nie występuje (a może tylko wymyka się z pod obserwacji badacza): żaba, zdawałoby się, wcale aparatu nie widzi — tymczasem w pewnym momencie następuje mniej lub więcej dokładne pochwylenie jądła.

Znaczną rolę w szybkości reakcji odgrywa ruchliwość owada, wpływająca naogół pobudzająco. Jednakowoż, na niektóre żaby, w szczególności zaś na *Bufo* — najgwałtowniejszy ruch owada nie wywierał wpływu widocznego.

5. Ukrywanie owada i głodówka.

Dla tych żab, które podczas prób reagowały rzadko lub wcale, wprowadzone zostało pewne utrudnienie w karmieniach, polegające na ukryciu owada pod figurką, co zmuszało żabę do szukania. Okazało się, że wszystkie żaby, nawet najoporniejsze w próbach, w tych wypadkach prędzej lub wolniej reagowały i wyciągały owada z pod figurki. Oczywiście, że osobniki reagujące wogóle lepiej i tu reagowały szybko i pewnie, gorsze zaś „szukały“ dłużej, uderzając często parokrotnie w figurkę zasadniczą, nie dając jednak nigdy minusów. Niewątpliwie, odgrywał tu pewną rolę ruch (bodźce słuchowe?) ukrytego owada.

W niektórych wypadkach u żab rzadko reagujących, a jadających normalnie, wprowadzone zostały przed próbami mniej lub więcej systematyczne głodówki. Dało to szczególnie dobre rezultaty u rzekotek № 20 i 19 (patrz linje jądania — wykresy 19 i 20).

6. Dodatkowe uderzenia i minusy w karmieniu.

Niejednokrotnie obserwowane były już po zjedzeniu wtórne, czasem parokrotne uderzenia w figurkę zasadniczą bądź dodatkową. Wobec tego, że naogół natychmiast po ściągnięciu owada przez żabę aparat był usuwany, zjawisko to można było obserwować rzadko u bardzo szybko reagujących osobników (*Bombinator*). Natomiast bliżej obserwowane były minusy, występujące podczas karmienia, kiedy żaba — mimo obecność jądła na figurce zasadniczej — wali początkowo w pustą figurkę dodatkową.

Zdarzały się też często dodatkowe uderzenia w szkło, obok figurek, między figurki, w drut nad figurkami i t. p., nim owad nie został trafiony językiem lub wraz z częścią figurki ujęty mocno szczękami. To samo występuje zresztą podczas prób.

Podkreślić jednak należy, że te wielokrotne rzuty dodatkowe w szkło, szczególnie zaś minusy w karmieniu spotykały się przeważnie u żab o mniej pewnym sposobie reagowania (21, 22) oraz w okresach amortyzacyjnych i po-amortyzacyjnych (24c i in.).

7. Czas reagowania w próbach.

Podczas prób naogół zachowanie żab jest takie jak podczas karmień. Czas trwania poszczególnych prób był uzależniany od przeciętnego czasu reagowania żaby podczas karmienia, i wahał się od jednej sekundy do dwunastu minut. Po tym maksymalnym czasie, bez względu na to, czy żaba zareagowała, czy nie — aparat był usuwany. Natychmiast po próbie następowało karmienie i jest charakterystyczne, że w większości wypadków, nawet u żab reagujących nader wolno (np. *Bufo* i *R. temporaria* 17), reakcja zjadania osiągała w końcu maksimum szybkości — owad był pożerany natychmiast.

8. Stosunek do bodźców postronnych.

W toku doświadczeń okazało się, że żaby reagują i na bodźce postronne, często występujące obok bodźca głównego.

a) Wszystkie żaby reagują ruchem chwytania na widok pałeczki szklanej (podczas prób, karmienia, a nawet po karmieniu).

b) Niektóre reagują wyraźnie na ruchy badacza, szczególnie *Bombinator* № 23 i *Rana* № 14, która np. przy podnoszeniu pokrywy, bądź opuszczaniu aparatu skacze do ręki, chwyta palec, zaś podczas doświadczenia niejednokrotnie odwraca się od aparatu (pustego, czy też z inwokatorem), śledząc i naśladowując kierunek poruszeń badacza. Jej uwaga zostaje zwrócona w kierunku właściwym częstokroć dopiero po dokładnem osłonięciu całego akwarjum (oprócz góry); jeśli zostawić przezroczysty szlak wysoko na ścianie — wspina się i patrzy. Obserwacje te były robione specjalnie i niejednokrotnie, potwierdzając każdorazowo, że kierunek ruchu badacza, dowolnie zmieniany, jest przez żabę dokładnie naśladowany.

c) Sprawa reagowania podczas prób na poruszenie apa-

ratem musi być ujęta indywidualnie: niektóre żaby przyspieszały rzucenie się na figurkę, na inne zaś nie wywierało to żadnego wpływu.

d) Także położenie żaby w akwarjum w chwili rozpoczęcia doświadczenia nie odgrywa żadnej roli.

Żaba reagująca pewnie, z każdej pozycji uderzy w figurkę zasadniczą, zaś żaba o niewyróżnicowanym nałogu, nawet z najdogodniejszej pozycji może uderzyć mylnie.

e) Wszystkie żaby reagują naogół szybciej, chętniej w dnie pogodne.

f) W doświadczeniach robionych w porze odmiernej niż normalnie (np. wieczorem, przy sztucznym świetle) nie zaobserwowano widocznej zmiany w zachowaniu się żab.

9. Typy ustalania nałogu.

Jak z powyższego wynika, a także opierając się na materiale żab, które z różnych względów (śmierć, uciezka) krótko były w doświadczeniu, wnosić można, że niema takiej żaby z gatunków badanych w pracy niniejszej, któraby nie reagowała wogóle na wprowadzony do doświadczeń w postaci aparatu z figurkami zespół bodźców.

Żaby ten zespół znają: rozpoznają wśród szeregu innych i żywo reagują na jego widok. Jest kwestją tylko, jak daleko sięga ich zdolność różnicowania.

Na 33 osobniki tylko jedna żaba (*Bufo* № 1) dała same próby zerowe; nie można tego traktować jednak jako odpowiedź negatywną, gdyż widać z całego zachowania żaby, że układ nie jest jej obcy i każdorazowo wywołuje, często dość gwałtowną (drgawki kończyn), wyraźną reakcję całego organizmu oraz szybkie zjedzenie po próbie¹⁾.

Wszystkie inne żaby rzadziej lub częściej reagują podczas prób chwytem lub uderzeniem figurki. I tu, w zależności od jasności utrwalonego obrazu i zdolności różnicowania, wyniki są bardzo rozmaite i przebieg doświadczeń niniejszych wskazuje, że sprawy te należy traktować, uwzględniając przede wszystkim właściwości osobnicze żab, a w bardziej słabym tylko stopniu właściwości gatunkowe.

Zaobserwowane typy przebiegu procesu ustalania (względ-

¹⁾ Por. pracę SALOMEI BIEDERMAN (wykres 14).

nie niestalenia) zróżnicowanego nałogu, zestawić można w cztery następujące kategorie: ¹⁾).

1. Reakcje zerowe (O) typ O (zerowy).
2. Reakcje mieszane ($O \pm$) . . typ M (mieszany).
3. Żaba przechodzi kolejno okres zerowy, reakcyj mieszanych i pozytywnych ($O \pm +$). . . typ N (normalny).
4. Po okresie wstępnym następuje od razu okres pozytywny ($O \pm$) typ P (pozytywny).

Przedstawiciele *Bufo* znajdują się tylko w kategorii zerowej i reakcyj mieszanych²⁾. Inne trzy gatunki mają swych reprezentantów we wszystkich kategoriach czynnych, a więc w typach: reakcyj mieszanych (M), przebiegu normalnego (N) i pozytywnego (P). Podkreślić przytem należy, że te osobniki, które ustalały nałóg parokrotnie, zachowywały stale ten sam typ reagowania (21a, b, 22a, b, c, 18a, b, 20a, b, d, 24a, b.).

10. Czas ustalania nałogu a przeszłość nałogowa żaby.

Czas niezbędny dla wyróżnicowania się nałogu dość trudno określić ściśle ze względu na niejednakową długość okresu karmień w różnych wypadkach. W tych grupach, gdzie jest on równy (*Bombinator* i *Hyla*), widać wyraźne różnice: gdy jedne zaczynają już reagować, inne są jeszcze w okresie wstępnym (por. wykresy № 18b, 19b, 20b, 21b, 22a, 23a, 24a i 22b, 23b, 24b, oraz tabl. II).

(Wypadanie okresów reakcyj mieszanych należy być może uzależnić również od momentu rozpoczęcia prób: być może, wcześniejsze rozpoczęcie prób mogłoby ujawnić okresy reakcyj mieszanych także w kategorii nazwanej „pozytywną“).

Naogół widzimy, że przeciętny czas ustalania nałogu waha się od dwóch do czterech tygodni, a odchylenia zależą od własności indywidualnych żab i w niektórych wypadkach od pory roku (19b, 20b). Wielce jest ciekawe, że wyraźne różnice gatunkowe nie dają się stwierdzić, natomiast jaskrawe różnice indywidualne uwidocznione są w tabeli II.

¹⁾ Typy O, N, M, P odpowiadają w pracy RAZWIŁOWSKIEJ typom D, C, B, A.

²⁾ BIEDERMAN otrzymała wyłącznie zerowe wyniki.

Niestety, z materiału niniejszego nie da się wywnioskować ściśle, jaki wpływ na długość okresu ustalania się nałogu i na bieg tworzenia dalszych nałogów wywiera przeszłość nałogowa żaby (specjalnie forma ustalania nałogu). Materiał nasz jest za mało obfity. Skoro jednak zestawimy rezultaty, otrzymane przez BIEDERMANÓWNĘ z naszymi, i sięgniemy w przeszłość nałogową tych żab, u których otrzymaliśmy wyniki pozornie sprzeczne — skonstatujemy zupełnie wyraźny wpływ tej przeszłości na dalszy bieg doświadczeń.

Tabela I.

Typy ustalania nałogu.

Types d'établissement de l'habitude.

Typ przebiegu ustalania nałogu <i>Type de la marche de l'établissement</i>	Gatunki i numery porządkowe — <i>Espèces et numéros d'ordre</i>				
	<i>Bufo viridis</i>	<i>Rana temporaria</i>	<i>Hyla arborea</i>	<i>Bombinator igneus</i>	Typy Razwiłowskiej <i>Types corresp. de Razwiłowska</i>
0 = reakcje zerowe (0) <i>0 = réactions nulles (0)</i>	1				D.
M = reakcje mieszane (0±) <i>M = réactions mixtes (0±)</i>	2	3, 4, 5, 6, 14c, 16	21a, 21b	22a, 22b, 22c	C.
N = żaba przechodzi kolejno okres zerowy, reakcyj mieszanych i pozytywny (0++) <i>N = périodes succédanées des zéros, des réactions mixtes et des réactions positives (0++)</i>		7a	19b, 20a, 20b	24a, 24b	B.
P = brak okresu reakcyj mieszanych — po okresie wstępnym następuje odrazu pozytywny (0+) <i>P = la période mixte manque: les réactions positives s'établissent d'emblée (0+)</i>		14a, 15, 17	18a, 18b, 19a	23a, 23b, 23d	A.

Np. odwrócenie nałogu po amortyzacji udaje się u *Bombinator* 23d, nie udaje się u *Rana* 14c. Zdawałoby się, że warunki doświadczalne są tu niemal jednakowe: ustalanie poprzedniego nałogu (pierwszego — dla 14a, zaś drugiego — dla 23d do nowej pary po przerwie letniej) odbywało się w tym samym czasie (por. wykresy 14c i 23d); nałogi ustaliły się według typu

pozytywnego. Amortyzacja (z próbami) odbywała się jednocześnie i trwała u *Bombinator* 2 miesiące, u *Rana* zaś przeszło 3 miesiące. *Bombinator* nałóg odwróciła — *Rana* nie. Czy ten długi okres amortyzacji u *Rana* 14 nie wpłynął na zanik zróżnicowania (na zgeneralizowanie nałogu na obie figurki)? Wszakże po próbie, — bez względu na to, która figurka była uderzana — żaba otrzymywała swoją porcję jadła, więc reakcja na obie figurki była jednakowo potwierdzana. Bardzo krótki okres karmienia był niewystarczający wobec tego dla odwrócenia nałogu (wykres 14c).

Ze nie chodzi tu o różnice gatunkowe *Bombinator* - *Rana*, dowodem cały nasz materiał wykresów i tabel I i II.

Drugi wypadek: bezpośrednie odwrócenie nałogu udaje się u *Bombinator* 24c, nie udaje się u *Bombinator* 23e. U żaby 24 jest to pierwsze bezpośrednie odwrócenie nałogu — udaje się klasycznie. Dla żaby 23 jest to powtórne odwrócenie nałogu w obrębie tej samej parki, do której już dwukrotnie nałóg się ustalał. Po amortyzacji pierwszego nałogu — odwrócenie go udało się znakomicie, powrót jednak do pierwszego nałogu nie udaje się (jak u BIEDERMANÓWNY). Okres amortyzacji i ustalania drugiego nałogu wywołał silne zahamowanie pierwszego; zahamowania tego obecnie nie udaje się przełamać. Sprawę przełamania takich zahamowań (oporów) należałoby wyjaśnić na obszerniejszym materiale.

11. Wynik globalny.

Z 18 badanych żab — 9 osobników (4 *Rana temporaria*, 3 *Hyla arborea*, 2 *Bombinator igneus*) ustaliło nałóg bezspornie i od pierwszego razu, 10-y zaś (*Bombinator*) ujawnił nałóg dopiero w toku dalszych doświadczeń.

Wybitną różnicę w ilości wyników pozytywnych otrzymanych w pierwszym a drugim roku pracy (w pierwszym roku na 7 osobników otrzymałam jeden tylko wynik dodatni, № 7, gdy w drugim roku na 11 osobników — 9 dodatnich), przypisać należy zapewne brakowi wprawy i błędom technicznym w pierwotnym ustawieniu doświadczeń, które też traktuję jedynie jako próbne¹⁾.

¹⁾ Prace BIEDERMANÓWNY i RAZWIŁOWSKIEJ w tym przedmiocie, jako wówczas nieogłoszone, nie były mi znane aż do ukończenia części eksperymentalnej pracy niniejszej.

Przytem, należy odliczyć dwa osobniki gatunku *Bufo v.*, u którego nikomu z pracowników Instytutu nie udało się ujawnić nałogu zróżnicowanego w formie czynnej.

Nieujawienie nałogu u żab № 16 i 21 nie uważam za ostateczne, skoro z powodu śmierci czy też uciezki nie zostały one poddane dalszym doświadczeniom, zmierzającym do ujawnienia nałogu.

B. Sprawy wygasania i uogólniania nałogu (amortyzacji i generalizacji).

1. Wygasanie nałogu.

Doświadczenia amortyzacyjne możemy podzielić na kilka grup, według różnego układu prób (w okresie wygaszania nałogu), wprowadzonego dla przekonania się, czy ma to wpływ na trwałość pamięci i nałogu.

Układy prób były następujące:

- a) próby rzadkie (co cztery i więcej dni);
- b) próby częste (co jeden — dwa dni);
- c) trzy tygodnie amortyzacji ciągłej (bez prób), potem próby co kilka dni;
- d) okresy trzytygodniowej amortyzacji ciągłej naprzemian z okresami prób co kilka dni;
- e) amortyzacja z jednoczesnym ustalaniem nowego nałogu do figurki dodatkowej (t. zw. bezpośrednio odwracanie nałogu).

W przebiegu amortyzacji wyróżnić można następujące fazy:

I. Faza trwania nałogu zróżnicowanego (faza pozytywna) — żaba wali wyłącznie w figurkę zasadniczą.

II. Faza zaniku zróżnicowania (faza reakcyj mieszanych) — żaba wali naprzemian w figurkę zasadniczą i dodatkową:

- a) z przewagą figurki zasadniczej,
- b) z równowagą obu figurek,
- c) z przewagą figurki dodatkowej.

III. Faza zaniku wzgl. nieujawiania nałogu wogóle (faza zerowa).

Jeżeli uwzględnimy tylko pierwszą fazę trwania nałogu zróżnicowanego (wyłącznie plusy), to widzimy, że w stosunku do czasu jego utrwalania — trwa on niezakłócony bardzo długo.

Przechodzi on szybciej w fazę reakcyj mieszanych w wypadku stosowania częstych prób w czasie amortyzacji, natomiast przy stosowaniu amortyzacji ciągłej (o próbach co trzy tygodnie), oraz przy bezpośrednim odwracaniu nałogu (bez specjalnej amortyzacji) trwa jeszcze o wiele dłużej (tabl. III). Wskazywałoby to, że próby amortyzacyjne osłabiają nałóg zasadniczy (zróznicowany), sprzyjając szybkiej generalizacji. Tłumaczy się to tem, że nałóg do figurki, która dotychczas wywoływała reakcję ruchową, słabnie wskutek niepotwierdzenia go karmieniem na niej. Natomiast wzmagą się nałóg do figurki dodatkowej, będącej dotychczas bodźcem względnie obojętnym, ponieważ uderzenie podczas próby bądź jednej figurki, bądź drugiej wywołuje ten sam efekt: ukazanie się po próbie jądła na nitce. Czy jest to jednak zanik zróznicowania, czy równoległe istnienie dwóch niezależnych nałogów?—sprawa ta wyjaśnia się w grupie doświadczeń, objętych przez nas nazwą „generalizacja“.

2. Uogólnianie nałogu (generalizacja).

Są to właściwie doświadczenia kontrolne w całej rozciągłości. W badanych sześciu przypadkach dowiodły one wszędzie współistnienia nałogów do obu figurek: zasadniczej i dodatkowej, a więc trwania nałogu zróznicowanego dłużej, niż to amortyzacja wykazać mogła.

Zupełnego zaniku nałogu (do figurek wogóle) nigdzie w warunkach naszych nie zaobserwowano.

Doświadczenia te rozwiązują sprawę powstawania i rozwoju równoległego nałogów ubocznych tylko częściowo. Brak nam doświadczeń robionych w okresie pozytywnym ustalania pierwszego nałogu, a któreby zmierzały do stwierdzenia już w tych wczesnych okresach zaczątków nałogu ubocznego (do figurki dodatkowej).

Doświadczenia generalizacyjne, wprowadzone natomiast w rozmaitych okresach późniejszych—bądź w fazie amortyzacji bądź też ustalania dalszych nałogów — rzucają jednak światło na tworzenie się i wygasanie nałogu, na stosunek obu nałogów do siebie: wydobywają z ukrycia nałóg uboczny, ujawniając go wtedy, gdy bieg samej amortyzacji, ze stałe dodatnimi wynikami, wcale na taką możliwość nie wskazuje (№ 19 i 20).

Stosunek do figurki nowej („obcej“) pozwala nam przy-

puszczać, że mamy tu do czynienia raczej z współlistnieniem obu niezależnych nałogów zróżnicowanych, do każdej z figurek stałej pary. Ma to miejsce przede wszystkim tam, gdzie figurka „obca“ jest traktowana ujemnie, mianowicie przez żaby № 14, 19, 20 i 24.

Są to siłą rzeczy osobniki o silnie utrwalonych obu nałogach (t. j. tak do figurki zasadniczej, jak do figurki dodatkowej), które w zależności znowu od przeszłości nałogowej bądź są równoważne, bądź też jeden z nich przeważa. (Tablica III, część prawa).

U żab № 19 i 20 stosowana była uprzednio amortyzacja ciągła naprzemian z okresami prób; nałogu nie odwracano: oba współlistniące nałogi są równorzędne.

Wypadek żaby № 14 potwierdza nasze dotychczasowe przypuszczenia: długa amortyzacja z próbami doprowadziła do uogólnienia nałogu—z jednej bowiem strony nie udało się po niej ustalenie nałogu do figurki dodatkowej („odwrócenie“), rozpoczęte w fazie amortyzacji z przewagą minusów, z drugiej zaś—wprowadzenie nowej, „obcej“ figurki ujawnia współlistnienie nałogów do każdej z figurek stałej parki, przyczem, jak się tego należało spodziewać, silniejszym okazał się nałóg do figurki dodatkowej (z pierwszej serji ustalania nałogu).

Także żaba № 24, mimo choroby w okresie amortyzacji, wykazuje oba współlistniące nałogi, z silną przewagą ubocznego.

Nieco inaczej przedstawia się sprawa z osobnikami № 18 i 23, które mają pozytywny stosunek do nowej, „obcej“ figurki oraz do figurki dodatkowej, wyraźnie negatywny natomiast do figurki zasadniczej. Nie świadczy to jednak bynajmniej o zaniku zróżnicowania. Przeciwnie, umacnia nas tylko w przypuszczeniu o zahamowaniu uprzedniego nałogu, wywołanem u № 18 długotrwałą amortyzacją, zakłócaną bardzo częstymi próbami, zaś u № 23 powtórnem odwróceniem nałogu w obrębie tejże parki.

Jeżeli wszakże sprawy te wyjaśniają nam stosunek żaby do stałej pary oraz przesunięcia w nasileniu nałogów: zasadniczego i ubocznego, — to pozostaje nadal niewyjaśniony stosunek żaby do figurki „obcej“. Zagadnienie to postaramy się rozwinąć i wyswietlić w dalszych pracach.

W n i o s k i.

1°. Żaby mają doskonale rozwinięty zmysł kierunku przedmiotu w przestrzeni optycznej (w danym przypadku, zmysł kierunku płaszczyznowego identycznych co do kształtu, barwy i wielkości figurek z bristolu). Zmysł ten dotyczy nie tylko ustawienia przedmiotu względem pionu (poziomego, pionowego, lub skośnego), lecz i układu asymetrii przedmiotu (wprawo, wlewo, w górę, w dół).

2°. Badane gatunki żab (prócz czynnie nic nieujawniającego *Bufo*) zdolne są kojarzyć trwale określony kierunek przedmiotu z aktem szukania pokarmu. Ukazanie się takiego przedmiotu—dawniej obojętnego—obecnie wywołuje (wyzwała) cały szereg określonych reakcyj ruchowych, jak zwrot, ustawienie się na baczność, zbliżanie się, skok, wyrzucanie języka, chwyt szczękami.

3°. Pobudliwość i chwytność kojarzeniowa żab są tak wielkie, że rezultat ujawnia się już po jednorazowym doświadczeniu. Trwałość zaś śladu poszczególnego powiązania (zbiegu) jest tak wielka, że utworzeniu się trwałego nałogu do określonego kierunku przedmiotu nie przeszkadza nie tylko zwykły 24-godzinny interwał między poszczególnymi doświadczeniami, ale i interwale kilkudobowe.

Zwiększanie interwału ponad 24 godziny nie zdłuża czasu absolutnego, niezbędnego do utworzenia nałogu zróżnicowanego (potwierdzenie wniosku RAZWIŁOWSKIEJ).

4°. Czas niezbędny do utworzenia nałogu zróżnicowanego do kierunku przedmiotu—przy doświadczeniach raz na dobę—jest zmienny w obrębie tegoż gatunku, a nawet u tegoż osobnika. Zazwyczaj wystarczają 2—4 tygodnie (to znaczy, 15—30 powtarzań) i mniej nawet.

Stałych w tym względzie różnic gatunkowych lub rodzajowych (poza nieprzejawiającym się czynnie *Bufo*) nie dało się stwierdzić¹⁾. Wyraźnie natomiast występują różnice osobnicze oraz zależność od pory roku (od ogólnego stanu zwierzęcia).

¹⁾ Natomiast co do szybkości reagowania na przedmioty, gatunki badane można ułożyć w następujący szereg zstępny: 1) — *Bombinator*, 2) — *Hyla*, 3) — *Rana temporaria*, 4) — *Bufo*.

5°. Forma ustalania nałogu jest zmienna. Uderzające są różnice osobnicze, które w zakresie kierunku przedmiotu, tak samo jak w zakresie innych cech (p. pracę RAZWIŁOWSKIEJ) dają się ułożyć w cztery typy:

Typ *O* (zerowy) — nałogu w formie czynnej nie ujawnia.

Typ *M* (reakcyj mieszanych) — nie ujawnia zróżnicowania nałogu.

Typ *N* (normalny) — wyróżnicowuje nałóg po pewnym okresie mieszanym.

Typ *P* (pozytywny) — wyróżnicowuje nałóg odrazu¹⁾.

Bufo jest reprezentowany, jak dotąd, tylko w typach *O* i *M* (u S. BIEDERMAN tylko w *O*); pozostałe gatunki mają każdy swych przedstawicieli w trzech typach czynnych — *M*, *N* i *P*.

Naogół, dany osobnik zachowuje w kolejnych doświadczeniach swój typ przebiegu ustalania.

6°. Skojarzenia nabyte są bardzo potężne i nieraz biorą górę nad instynktownym rzucaniem się na jądło. Żaba bije w utrwaloną figurkę określonego kierunku, mimo obecność owada na innej, tuż obok. Bić też w nią może nawet w okresach, gdy pokarmu wogóle brać nie chce.

7°. Metoda pojedynczego przedmiotu (pojedynczej figurki) daje wyniki pozytywne już po kilku dniach. Przedmiot zostaje skojarzony odrazu jako przedmiot o cechach optycznych ściśle określonych, o kierunku przestrzennym sprecyzowanym.

Metoda pary przedmiotów (pary figurek) pozwala jednak na stwierdzanie i badanie pewnych rzeczy, które inaczej nie zostałyby ujawnione.

8°. Zdolność kojarzeniowa żab nie wyczerpuje się utworzeniem jednego nałogu w zakresie możliwych kierunków przedmiotu (i ogólniej, w zakresie różnic jakiegobądź jednej cechy przedmiotu).

Żaba, która wyróżnicowała jeden kierunek, może następnie wyróżnicować inny i t. d. Tak samo w obrębie danej pary kierunków, wyróżnicowanie nałogu do jednego z nich nie prze-

¹⁾ Typy te odpowiadają porządkowo typom *D*, *C*, *B* i *A* RAZWIŁOWSKIEJ. Uznaliśmy jednak za stosowne dać im racjonalną terminologię i płynące stąd racjonalne symbole (pierwszą literę typu reakcji), zamiast prostych liter alfabetu.

szkadza bynajmniej następnemu wyróżnicowaniu nałogu do drugiego (t. zw. odwróceniu nałogu, bezpośredniemu lub po specjalnym okresie wygaszania).

Wynik jednak ustalania dalszych nałogów zależy w bardzo znacznym stopniu od przeszłości doświadczalnej osobnika: od liczby i charakteru poprzednich wyróżnicowań oraz od sposobu ich wygaszania.

Ponowne (powtórne) odwrócenie nałogu w obrębie tejże pary figurek nie udaje się. Widocznie nałóg niegdyś „zasadniczy“, a później sztucznie osłabiony (zahamowany, przygaszony) stawia silny opór ponownemu ożywieniu (t. zw. reakcje „zawodu“ czy „zniechęcenia“).

9°. Zróżnicowanie nałogu do danego kierunku przedmiotu po przerwaniu potwierdzających go karmień — wygasa powoli.

Pozostaje jednak zachowany nałóg niezróżnicowany w zakresie danej pary figurek, których wartość wyzwalająca zostaje powoli mniej-więcej zrównana.

Długość trwania nałogu zróżnicowanego zależy w znacznym stopniu od formy wygaszania.

Wygaszanie „ciągłe“ (nieprzerywane próbami kontrolnymi) nie pozwala już po trzech miesiącach na bezpośrednie ujawnienie śladów nałogu zróżnicowanego, metodą zwykłej próby na parze figurek.

Wygaszanie „zakłócanie“ kontrolnymi próbami daje możliwość śledzenia stopniowego zaniku zróżnicowania.

Częste próby kontrolne (oczywista, bez potwierdzania karmieniem po nich) osłabiają zróżnicowanie nałogu, przyspieszając przejście z okresu pozytywnego do okresu reakcji mieszanych (wtórnego). Próby rzadkie pozwalają stwierdzić zróżnicowanie nałogu jeszcze po upływie 2—3 miesięcy.

Wygaszanie drogą bezpośredniego odwrócenia wartości pociągającej kierunków danej pary figurek daje ciekawy obraz chwilowych zaburzeń w zachowaniu się zwierzęcia, tudzież obraz stopniowego hamowania jednej reakcji, a równoczesnego ustalania się przewagi innej, więc poprzez okres mieszany (wtórny).

10°. Niezupełne wygaszenie nałogu, a tylko zanik zróżnicowania między obu kierunkami przedmiotu (i ogólniej, między obu przedmiotami danej pary) po bardzo nawet długim okresie amortyzacji z próbami, pochodzi zapewne stąd, że zwierzę jest prze-

cie karmione po próbie (jak i bez niej), wprowadzie bez figurek (na nitce), ale jest, i to karmienie było — wbrew naszej woli — potwierdzeniem nałogu do danej pary, potwierdzeniem ogólnikowym, bez zróżnicowania wartości pociągającej figurek. Potwierdzenie to jest stale opóźnione w czasie i pozbawione bezpośredniego związku przestrzennego z figurkami; czy się to jakoś ujawniło w postaci nałogu (nakształt „opóźnianych odruchów“ u psów, w pracach szkoły I. PAWŁOWA), nie wiemy, nie badaliśmy.

11°. Metoda pary figurek może sama przez się (odrazu lub po dłuższym czasie zróżnicowania) prowadzić do zrównania wartości nałogowej (skojarzeniowej) obu członów pary¹⁾, obu kierunków przedmiotu. Zrównanie to może być zupełne, lub częścięć niezupełne, z przewagą wartości wyzwalającej jednego członą (którego? to zależy, i nieda się przewidzieć, że będzie to koniecznie figurka „zasadnicza“).

To tworzenie się nałogu ubocznego (do figurki dodatkowej) zasługuje na tem większą uwagę, że figurka ta nie jest w ciągłości przestrzennej z inwokatorem (owadem), nie styka się z nim bezpośrednio. Do utworzenia więc trwałego i czynnego skojarzenia reakcji ruchowej z bodźcem optycznym wystarcza prosty zbieg w czasie.

12°. Ustalony nałóg zróżnicowany, mimo swą trwałość zwykłą, pozostaje niemniej wysoce plastycznym. Chwytność skojarzeniowa nie traci ruchliwości. Wszelka nagła zmiana w układzie optycznym doświadczenia (czy to wprowadzenie figurki „obcej“ na miejsce jednej ze znanych, czy to dodanie nowej figurki do dawnych: drugiej w metodzie pojedynczego przedmiotu, trzeciej w metodzie pary, czy to wreszcie odwrócenie wartości pociągającej figurek) powoduje natychmiastowe zaburzenie w zachowaniu się zwierzęcia. Zaburzenie to zazwyczaj wyraża się w czasowym zupełnym zahamowaniu reakcji nałogowej (szereg zer u żab, które nigdy dotąd zer nie dawały), zaś niekiedy w niespodzianem atakowaniu figurki „obcej“, a w następstwie może prowadzić do zmiany w zróżnicowaniu nałogu, w stosunkach między procesami wyzwalańia i hamowania reakcji.

13°. Wprowadzenie „obcego“ przedmiotu jest pozatem do-

¹⁾ Porównaj w tej sprawie specjalne studjum RAZWIŁOWSKIEJ.

skonałym środkiem ujawnienia rozmaitych rzeczy dotąd utajonych, tak w metodzie pary, jak w metodzie pojedynczego przedmiotu.

Wprowadzenie „obcej” figurki na miejsce „dodatkowej” natychmiast uwydatnia zróżnicowanie nałogu do figurki „zasadniczej”. Wprowadzenie „obcej” na miejsce „zasadniczej” ujawnia współistnienie z tamtym nałogu ubocznego do figurki „dodatkowej”, również, jak tamten, doskonale zróżnicowanego. Kolejne wprowadzanie figurki „obcej”, raz na miejsce dodatkowej, to znowu na miejsce „zasadniczej” (t. zw. serja „generalizacji nałogu”) służy ku określeniu względnej siły wyzwalającej obu współbytujących skojarzeń oraz ku stwierdzeniu stosunku wzajemnego procesów wyzwiania i hamowania. Siła wyzwalająca obu przedmiotów pary stałej może być przytem jednakowa lub różna, i niekoniecznie o przewodze przedmiotu w danym okresie „zasadniczego”. Zależy to w wysokiej mierze od przeszłości obu nałogów, od metody doświadczeń, od formy i stadjum wygaszania.

Niewyjaśnione dotąd, paradoksalne napozór przypadki, gdzie atakowany jest przedmiot „obcy” w obecności jednego z nich znanych, zwłaszcza „zasadniczego”, zbiegają się z uprzednią przewagą nałogu „ubocznego” nad zasadniczym (minusy), względnie z silnem zahamowaniem nałogu niegdyś „zasadniczego”.

Niekiedy wygląda to tak, jakgdyby skojarzenie zostało uogólnione rodzajowo, na całą grupę przedmiotów optycznych (figurek z bristolu), z której jednak został wtórnie wyłączony jeden tylko, właśnie przedmiot niegdyś „zasadniczy”, niegdyś najsilniej reakcję wyzwalający, a obecnie ją hamujący. (Ciekawe przeistoczenie się bodźca w hamulec).

Piśmiennictwo.

Biederman S. 1927. 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. II-e mémoire). (Zmysł i pamięć kształtów przedmiotu u żab. Odwracanie nałogu z wygaszaniem i bez wygaszania. Doświadczenie wzrokowe płazów. Część II). Trav. Institut. Nencki, 4, № 56. **Claparède E.** 1913. Die Methoden der tierpsychologischen Beobachtungen und Versuche. Gaupp-Ecker-Wiedersheim. Der Frosch. **Hoyer H., Kowalski, Mierzejewski, Niezabitowski, Udziela.** 1910. Klucz do oznaczania zwierząt kręgowych ziem polskich. Kraków. (Détermination des Vertébrés

de la Pologne). **Loeb J.** 1906. Wstęp do fizjologii porównawczej mózgu i psychologii porównawczej. Warszawa. (Introduction to compar. psychol. etc.). **Minkiewicz R.** 1907/8. Próba analizy instynktu metodą obiektywną, porównawczą i doświadczalną. Warszawa. (Versuch einer Analyse des Instinkts etc. Übersetzung von 1909, Jena). **Minkiewicz R.** 1913. Recherches sur la formation des habitudes et la mémoire chez les poissons. Annal. Instit. Océan. Monaco. 5, f. 4. **Minkiewicz R.** 1914 — 17. Podstawy doświadczalne i teoretyczne nowego pojmowania zjawisk nerwowych. Warszawa. (Théorie du polybolisme nerveux fondamental). **Minkiewicz R.** 1926. L'expérience optique des Batraciens. I. Introduction générale. (Doświadczenie wzrokowe płazów. I. Wstęp ogólny). Trav. Instit. Nencki. 4, № 55. **Lloyd Morgan C.** 1896. Habit and instinct (w tłumaczeniu z r. 1899). **Pawłow I. P.** 1927. Lekcje o rabotie bolszych połuszarij gołownowo mozga. (Leçons sur le travail des grands hémisphères du cerveau II-e éd.). Wydanie II. Moskwa — Leningrad. **Piéron H.** 1910. L'évolution de la mémoire. Paris. **Razwiłowska S.** 1927. Le sens et la mémoire des dimensions d'un objet chez les Anoures. Types du comportement individuels. Coëxistence des plusieurs processus d'association indépendant l'un de l'autre. (L'expérience optique des Batraciens. III-e memoire). (Zmysł i pamięć wymiarów przedmiotu u żab. Typy reagowania osobnicze. Współbytność kilku niezależnych procesów skojarzeniowych. Doświadczenie wzrokowe płazów. Część III). Trav. Instit. Nencki. 4, № 60. **Révész G.** 1924. Experiments of animal space perception. Brit. Journ. of Psychol. 14 (147). **Tirala L. G.** 1923. Die Form als Reiz. Zool. Jahrbüch. Abt. f. allg. Zool. 39 (395) **Yerkes R. M.** 1903. The instincts, habits and reactions of the frog. Harvard Psychol. Stud. 1.

[Zakład Chemji Fizjologicznej Uniwersytetu Warszawskiego]

E. M. Mystkowski.

Wpływ jonów na działanie ureazy.
Influence of ions on action of urease.

Rękopis nadesłany w dniu 1. V. 1928 r.

The influence of various ions in HOFMEISTER'S series upon the enzymic decomposition of urea has been studied. Solutions containing 20 cc. of 0.4% urea, 10 cc. of 0.25 — 1.0% urease, the requisite salt, 2 cc. of M/5 KH_2PO_4 and 8 cc. of M/5 Na_2HPO_4 buffer solutions were placed in a thermostat at 37° for about 1 — 2 hours, so that not all the urea had time to be decomposed. This procedure was necessary in order to bring out differences in the action of the various salts used. The results are expressed as the zymosthenic index of ROGER, which is taken as

$$\text{I. Z.} = \frac{\text{mg of ammonia produced with salt}}{\text{mg of ammonia produced without salt}}$$

The salts added were taken at concentrations of from M/20 to M/1, with the exception of fluoride, which, in view of its powerful inhibitory action, was taken at much higher dilutions. Most of the electrolytes studied exert an inhibitory influence on the enzymic disintegration of urea, although in certain cases a stimulatory effect may be observed at low concentrations.

Citrates, tartrates, nitrates and chlorides have not any great effect upon the action of urease. At higher concentrations the decomposition of urea is to a small extent retarded (I. Z. = 0.611 — 0.83), whilst at low concentrations it is accelerated. Iodides and thiocyanates occupy an intermediate position, I. Z. being 0.138 — 0.148. Sulphates and acetates have a distinct inhibitory influence (I. Z. = 0.038 — 0.054). The action of oxalates is more specific than that of sulfates, which act chiefly by lowering pH.

Sodium fluoride has an exceptional action, its inhibitory influence being still evident at concentrations as low as $M/10000$. Inhibition of reaction diminishes in intensity with concentration; at dilutions of from $M/3 - 5 \times 10^5$ no effect at all is perceptible, but at $M/10^6$ a certain stimulatory effect appears (I. Z. = 1.01) whilst at $M/3 \times 10^6$ I. Z. is 1.05. Fluoride has therefore a strictly specific effect, as has also been shown by other authors.

The diagrams (p.221) show that the order of HOFMEISTER'S series is not followed for the enzymic decomposition of urea. The facts observed in this research may best be explained on the basis of adsorption of salt by enzyme, as is shown by the inhibition curve for fluoride, which is of the nature of an adsorption isotherm.

Wpływ rozmaitych jonów na procesy fermentacyjne był niejednokrotnie badany. Pierwsze prace odnosiły się przeważnie do fermentów sacharo-klastycznych, jak np. praca WOHLGEMUTHA ('08) nad Ptyaliną, ERNSTÖMA ('22) nad amylazą, STARKENSTEINA ('10), HOLMBERGHA ('21), KENDALA—SHERMANA, SHERMANA—THOMASA—BALDWINA. Wymienić należy również pracę SCHWARTZA ('07), w której omówiony jest wpływ rodanku i jodku z jednej, zaś bromku, azotanu i chlorku z drugiej strony, na restytucję mięśnia porażonego w roztworze cukru gronowego. Ponadto cały szereg prac wielu autorów, którzy studjując wpływ różnych czynników, dorywczo zajmowali się działaniem jonów na procesy fermentacyjne.

Z nowszych prac należy omówić pracę WEBERA ('26) oraz EMBDENA ('25). Dopiero bowiem te dwie prace ujmują zagadnienie wpływu jonów nie fragmentycznie, lecz biorą pod uwagę całokształt; mianowicie studjują one wpływ prawie wszystkich jonów według szeregu HOFMEISTRA. Wnioski, do których dochodzą wymienieni autorowie, są niezmiernie ciekawe. WEBER stwierdził, że fermentacyjny rozkład glikogenu pod wpływem jonów przedstawia się jak następuje: CNS' , J' , Br' , NO_3' hamują rozkład, przytem rodanek najsilniej a azotan najslabiej. Chlorek działa zmiennie. Natomiast SO_4'' , $(\text{CHOH COO})''$, rozkład ułatwiają, podobnie jak i cytrynian. Szczawian i fluorek działają silnie hamująco, przytem fluorek jeszcze w stężeniu $M/1000$.

Z prac EMBDENA i jego szkoły wynika, że NaCNS i NaJ powodują silniejsze odszeplanie mineralnego kw. fosforowego w czasie przemiany lakt-

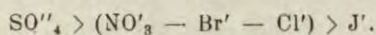
acidogenowej (jon SO_4'' jest tu prawie bez działania), podczas gdy cytrynian hamuje odszczepianie, a nawet powoduje znikanie kw. fosforowego. Fluorek ma bardzo silne działanie, powodujące znikanie mineralnego kw. fosforowego, przy jednoczesnej odbudowie laktacidogenu; pozatem fluorek wywiera silne działanie hamujące na tworzenie się kw. mlekowego, ale tylko w dużych stężeniach, w małych odwrotnie—wywołuje nawet pewne wzmoczenie tworzenia się kw. mlekowego.

Z prac powyższych wynika, że działanie badanych fermentów w wysokim stopniu zależy od szeregu jonów, a ponadto stwierdzić można, z nieznanymi tylko odchyleniami, pewną regularność we wpływie jonów: mianowicie wzmagają one, względnie osłabiają, procesy fermentacyjne w stopniu, zależnym od ich miejsca w szeregu HOFMEISTRA. W tłumaczeniu tego zjawiska na plan pierwszy wysuwają się następujące możliwości: 1^o, jony wpływają, zmieniając stan koloidalny samego fermentu i wywołując jego mniejsze lub większe uwodnienie; 2^o, jony zmieniają stężenie wody w sferze działania enzymów hydrolitycznych; 3^o, jony wywołują zmiany w napięciu powierzchniowym środowiska, w którym enzym działa; 4^o, adsorbują na grupach czynnych enzymu. W przypadku 2^o byłoby to zjawiskiem ogólnym, dającym się rozciągnąć na wszystkie fermenty hydrolityczne, a więc i na ureazę, dotychczas do tej grupy zaliczaną.

E. WERNER ('23) i FEARON twierdzą jednak, że działanie ureazy na mocznik nie jest bynajmniej hydrolizą i przytaczają na to cały szereg ważkich dowodów. Z drugiej zaś strony wiemy, że ureaza działa nawet w alkoholu 90%, a więc środowisku, w którym ferment jest nierozpuszczalny i gdzie żadnego działania nie należałoby oczekiwać. W takim razie nie może być mowy o tem, że pewne jony działają na ureazę przez zmianę w uwodnieniu jej cząsteczki, względnie przez zmianę napięcia powierzchniowego środowiska, w którym ona działa. Jeśli więc działanie ureazy nie zależy od przesunięcia cząstek wody w układzie: enzym—woda—mocznik, a zatem od stanu koloidalnego samego enzymu, to szereg HOFMEISTRA, charakterystyczny dla pęcznienia i ścinania się koloidów, nie miałby tu miejsca.

Celem mojej pracy było wykazanie wpływu jonów według szeregu HOFMEISTRA na rozkład enzymatyczny mocznika pod wpływem ureazy. Z dotychczasowych badań i prac nad tem zagadnieniem należy zanotować pracę ONODERY ('15), który stwierdził hamujący wpływ kwasów na ureazę i ustalił, że działanie to zależy od stopnia dysocjacji i od napięcia powierzchniowego. Ustalił przytem szereg w zależności od stopnia dysocjacji: $\text{HNO}_3 > \text{H}_2\text{SO}_4 > \text{C}_6\text{H}_4\text{OHCOOH} > \text{HCOOH} > \text{C}_6\text{H}_4\text{COOH} > \text{H}_3\text{PO}_4 > \text{CH}^3(\text{CH}_2)_2\text{COOH} > \text{CH}_3\text{COOH}$; zaś w zależności od napięcia powierzchniowego: $\text{H}_2\text{SO}_4 > \text{HCl} > \text{HNO}_3 > \text{HCOOH} > \text{CH}_3\text{COOH} > \text{CClCOOH} > \text{CH}_3(\text{CH}_2)_2\text{COOH}$. Twierdzi przytem ONODERA, że anjony tych kwasów są „truące” dla ureazy.

Dalej wymienić należy pracę WESTERA, który stwierdził, że na działanie ureazy najsilniej wpływa hamująco jon SO''_4 , najslabiej zaś J' , gdy Cl' , Br' , NO'_3 , prawie równowartościowe co do swego działania, stoją pośrodku. Szereg więc, ustalony przez WESTERA, przedstawiałby się:



Doświadczenia WESTERA ('22) przeprowadzane były bez uwzględnienia temperatury i pH, a więc bez użycia buforów, których znaczenie jest tak ważne zwłaszcza w badaniach nad ureazą, gdyż stale tworzący się amonjak przesuwając reakcję coraz bardziej ku zasadowej. Metoda oznaczania mocznika, którą WESTER stosował, nie należy do dokładnych, że tylko przytoczę tu zdanie LÖVGRENA: „Wegen der . . . grossen Fehlerquellen ist diese Methode kaum als quantitativ anzusehen. Die mit derselben ausgeführten Arbeiten haben daher nur einen orientierenden Wert“.

Co zaś do pracy ONODERA, który badał działanie kwasów wprost, to uż tu zaznaczyć należy, że jakkolwiek zdanie jego, że anjony kwasów przez niego badanych wywierają wpływ hamujący na urazę, jest słuszne, to jednak anjony te bynajmniej nie działają w porządku podobnym, jak kwasy w szeregu, przedstawionym przez ONODERA. Chcę jeszcze wymienić pracę trzech badaczy francuskich, a mianowicie LOEPERA, MOUGEOT'A i AUBERTOT'A ('25), w której twierdzą oni, że wody mineralne wywierają wpływ zymosteniczny, t. zn. aktywujący ureazę niezależnie od ich radioaktywności i prawie niezależnie od pH.

Technika doświadczeń.

Technika doświadczeń przedstawiała się jak następuje:

W kolbce Erlenmayera umieszczano: odpowiednią sól, 20 cm³ 0.4% mocznika, 2 cm³ drugorzędowego fosforanu M/5 i 10 cm³ roztworu ureazy. Sole używano w stężeniach większych — „in substantia”, w mniejszych — w roztworze wodnym; pH kontroli wodnej wynosiło 6.0, do tejże wielkości sprowadzono pH we wszystkich innych roztworach. Stężenie jonów wodorowych określano według metody indykatorów CLARKA. Roztwór ureazy stosowano w stężeniach 0.25%, 0.5%, 1.0%.

Cały proces przygotowania doświadczenia odbywał się w temperaturze 0° (na lodzie). Potem kolbki umieszczano w termostacie na 1 lub 2 godziny w temperaturze 37°, następnie umieszczano je znowu na lodzie, ażeby uniknąć różnicy w czasie trwania rozkładu między przelewaniem pierwszych i ostatnich kolbek do płóczek FOLINA, co zwykle trwało około 7 minut. Destylacja w aparacie FOLINA trwała 6 — 14 godzin. Przy miareczkowaniu używano czerwieni alizarynowej. W każdej serji, składającej się z 5 płóczek, była najmniej jedna płóczka kontrolująca, w której zamiast odpowiedniej soli umieszczano odpowiednią ilość wody destylowanej. Wyniki ostateczne obliczano przy pomocy t. zw. „indice zymostenique”, podanego przez ROGERA, a stosowanego już w pracy LOEPERA, MOUGEOT'A i AUBERTOT'A; jest to stosunek wartości otrzymanej dla odpowiedniej soli do wartości kontroli wodnej:

$$I. Z. = \frac{NH_3 \text{ w mg dla soli}}{NH_3 \text{ w mg dla kontroli wodnej}}.$$

Zaznaczyć przytem należy, że nie doprowadzano rozkładu mocznika do końca, a to w celu uwydatnienia różnicy w działaniu poszczególnych soli.

W przeciągu dwóch godzin rozkładu w termostacie zwykle około 40% mocznika w kontroli wodnej było rozłożone.

Wyniki.

Działanie cytrynjanu — $C_6H_5O_7Na_3$ (wykres 1, p. str. 221).

W środowisku bezbuforowym małe stężenia cytrynjanu mają wpływ lekko ułatwiający rozkład mocznika przez ureazę: przechodząc stopniowo ku coraz to wyższym stężeniom, widzimy zahamowanie rozkładu, najsilniej wyrażone w stężeniu M/1. W porównaniu z kontrolą wodną, roztwór zawierający cytrynjan wykazywał stałe pH nieco wyższe, a mianowicie o 0.2 — 0.6.

W środowisku buforowym roztwór cytrynjanu M/1 przy stężeniu ureazy 0.1/40 wykazuje dość silny wpływ, ułatwiający rozkład. Przy stężeniu ureazy 0.05/40 wpływ ten wyraża się pewną regularnością, gdyż zahamowanie rozkładu wzrasta proporcjonalnie do stężenia cytrynjanu. Przy stężeniu ureazy 0.025/40 zahamowanie przez roztwór cytrynjanu M/1 jest już znaczne: I. Z. osiąga wartość 0.76. Widzimy więc, że działanie cytrynjanu nie jest zbyt silne, zwłaszcza jeśli porównamy wykonane w tych samych warunkach doświadczenia przy stężeniu soli M/1 i M/10, gdzie I. Z. przy M/1 jest tylko o 0.01 mniejszy, niż przy M/10. Natomiast duży wpływ ma tu stężenie samego enzymu: przy koncentracji cytrynjanu M/1, I. Z. = 1.04, wówczas gdy stężenie ureazy równe jest 0.1/40, natomiast I. Z. = 0.812, przy stężeniu ureazy 0.05/40.

Działanie winjanu — $C_4H_4O_6Na_2$ (wykres 2).

W środowisku bezbuforowym zahamowanie wzrasta proporcjonalnie do stężenia winjanu w granicach roztworów M/10—M/1. I tu podobnie jak przy cytrynjanie stwierdzamy w środowisku buforowym znaczne ułatwienie rozkładu przy stężeniu winjanu M/1 i ureazy 0.1/40. Tłumaczy się to tem, że stale wzrastająca zasadowość w środowisku bezbuforowym hamuje wreszcie rozkład mocznika, co nie zachodzi w środowisku buforowym. Natomiast przy stężeniu ureazy 0.025/40 zahamowanie przez roztwór M/1 jest prawie tak duże, jak w środowisku bezbuforowym, przy tem samym stężeniu winjanu i 0.1 ureazy.

Działanie siarczanu — Na_2SO_4 (wykres 3).

Siarczan użyty bardzo silnie obniżał stężenie jonów wodorowych środowiska: pH przy M/10 = 5.8, przy M/1 = 5.6. W znacz-

nej też mierze od tego zależy wpływ jego na działanie ureazy; najlepiej uwidoczni się to przez porównanie działania roztworu soli M/1 w środowisku bezbuforowym (I. Z. = 0.235), z działaniem w środowisku buforowym, gdzie zahamowanie, aczkolwiek dość jeszcze znaczne, jest jednak około 2 razy mniejsze (I. Z. = 0.576). W celu uwydatnienia tego wpływu przeprowadzałem doświadczenia w środowisku bardziej zasadowym przez dodawanie, oprócz zwykłej mieszaniny buforowej, M/1 roztworu Na_2HPO_4 ; odpowiednie wyniki były:

zwykle bufory + 1 cm^3 Na_2HPO_4 — I. Z. = 1.12

„ „ + 1.4 „ „ „ — I. Z. = 1.04 —

przy stężeniu ureazy 0.1/40 (termostat 2^h).

Natomiast stosując mieszaniny: zwykle bufory + 1 cm^3 Na_2HPO_4 + 2 cm^3 KH_2PO_4 ; I. Z. wynosił 0.336, w przypadku ureazy — 0.05/40.

Małe stężenia siarczanu w środowisku buforowym, przy pH = około 6.0, są prawie bez działania: I. Z. waha się w granicach 0.984 — 1.01.

Tabela I.

Wpływ małych stężeń siarczanu w środowisku buforowym.
Effect of small concentrations of sulphate in a buffered medium.

doświadcz. № of experim.	Czas trwania doświadczenia Duration of experiment	Stężenie soli Concentr. of salts	Kontrola — NH_3 w mg	Na_2SO_4 — NH_3 w mg	Ureaza	I. Z.
			Control exper. NH_3 in mgr.	Na_2SO_4 NH_3 in mgr.	Urease	
24	2h	M/10	43.01	42.33	0.05	0.984
25	2h	M/10	43.68	44.03	0.05	1.01
26	2h	M/10	42.16	42.84	0.05	1.01
27	1h	M/10	43.35	44.20	0.05	1.01

Przy jednoczesnym zwiększeniu stężenia, soli a zmniejszeniu ureazy z zachowaniem tego samego pH, mamy wybitne działanie hamujące: I. Z. = 0.054.

Widzimy więc, że działanie siarczanu zależy (poza działaniem swoistem) od pH, a prócz tego, jak i w poprzednich przypadkach, od stężenia ureazy i długości trwania rozkładu w termostacie.

Działanie octanu — CH_3COONa .

Daleko silniejsze zahamowanie rozkładu, niż w przypadku Na_2SO_4 , znajdujemy w działaniu octanu. W środowisku bezbu-

forowem mamy prawie całkowite zahamowanie: I. Z. = 0.049. Nie mamy tu jednak obniżania pH, waha się ono bowiem tu w granicach: od 6.4 dla roztworu M/1 do 6.2 dla M/10; działanie octanu jest raczej czysto specyficzne i, z pośród jonów hamujących rozkład mocznika (poza fluorkiem, którego działanie będzie omówione niżej), $\text{CH}_3\text{COO}'$ postawić wypadnie na pierwszym miejscu. Oczywiście zmiana pH w sensie zakwaszenia środowiska ma i tu duży wpływ, jak na to wskazują następujące dane:

zwykła mieszanina buforowa — — — — I. Z. = 0.13

” ” ” + 4 cm³ KH_2PO_4 I. Z. = 0.064

dla ureazy 0.1 i M/1 octanu.

Wpływ ten jednak jest tu daleko słabszy, niż w przypadku siarczanu, przewyciężany zawsze przez swoiste działanie octanu. Również i małe stężenia, przy dość dużych stężeniach ureazy, wywierają silny wpływ hamujący. Swoistość działania octanu rzuca się najbardziej w oczy przy porównaniu następujących danych:

Tabela II.

Swoistość w działaniu octanu.
Specific action of acetate.

doświadc. № of experi- ment.	Czas trwania doświadczenia <i>Duration of experiment</i>	Stężenie soli <i>Concentration of salts</i>	Stężenie ureazy <i>Concentration of urease</i>	Kontrola NH_3 w mg <i>Control exp. NH_3 in mgr.</i>	CH_3COONa NH_3 w mg <i>CH_3COONa NH_3 in mgr.</i>	I. Z.	Bufory
16	2h	M/1	0.1	45.73	2.72	0.059	—
17	2h	M/1	0.1	44.37	2.04	0.046	—
18	2h	M/1	0.1	43.35	1.87	0.043	—
52	1h	M/1	0.025	42.84	1.53	0.035	+
53	1h	M/1	0.025	45.9	1.87	0.041	+

Nie ma tu tak silnego, jak w poprzednich przypadkach, wpływu ani stężenie ureazy, ani ochronne działanie pH; zahamowanie, zależne od samego octanu, występuje z całą siłą.

Działanie chlorku i azotanu — NaCl i NaNO_3
(wykres 4 i 5).

Działanie chlorku i azotanu wypada omówić razem, gdyż mają one w swem działaniu dużo cech wspólnych. W dużym, albowiem M/1 stężeniu, w środowisku bezbuforowym wywierają one dość słaby wpływ hamujący:

NaCl — I. Z. = 0.964

NaNO₃ — I. Z. = 0.922.

Wpływ stężenia M/10 NaNO₃ wyraził się jeszcze słabszym zahamowaniem: I. Z. = 0.988. Podobieństwo w działaniu tych soli wyraźniejsze jest w środowisku buforowym.

Tabela III.

Porównanie działania NaCl i NaNO₃.

Comparison of action of sodium chloride and nitrate.

doświadczenie № of experim	Sól Salt	Czas, trwania doświadczenia Duration of experiment	Stężenie soli Concentration of salts	Stężenie ureazy Concentration of urease	NH ₃ w mg NH ₃ in mgr		I. Z.
					Kontrola Control experiment	Sól Salt	
20	NaCl	2 ³⁰	M/1	0.1	42.67	43.52	1.01
21	NaCl	2 ⁴⁵	M/1	0.1	40.83	43.35	1.06
22	NaCl	2	M/1	0.1	41.48	43.56	1.04
23	NaCl	2	M/1	0.05	42.16	44.20	1.04
20	NaNO ₃	2 ³⁰	M/1	0.1	42.67	43.35	1.01
21	NaNO ₃	2 ⁴⁵	M/1	0.1	40.63	43.69	1.07
22	NaNO ₃	2	M/1	0.1	41.48	43.35	1.04
23	NaNO ₃	2	M/1	0.05	42.16	43.86	1.04

Podobnie niewielka zmiana stężenia ureazy i czasu przebiegu rozkładu w termostacie nie gra w działaniu NaNO₃ dużej roli.

NaNO₃ — M/10 — Ur. 0.1 term. 2^h — bezb. — I. Z. = 0.988

„ „ 0.05 „ 2^h — buf. I. Z. = 0.99

„ „ 0.05 „ 2^h — „ I. Z. = 0.99

Dopiero w dużym stężeniu soli (M/1), wobec małego stężenia ureazy, uwydatnia się dość silny wpływ hamujący:

NaCl — M/1 — Ur. 0.025 — term. 1^h — I. Z. = 0.611

NaNO₃ „ „ 0.025 „ 1^h — I. Z. = 0.648

Działanie jodku — NaJ.

Stężenie M/10 wywiera słaby wpływ hamujący w środowisku bezbuforowym. W stężeniu M/1 w środowisku również bezbuforowym zahamowanie jest bardzo silne: I. Z. = 0.3.

Natomiast w środowisku buforowym silny wpływ hamujący zaznacza się w stężeniu M/1, przy ureazie 0.05/40, gdzie I. Z. = 0.78; maksimum zahamowania mamy w warunkach: M/1, termostat 2^h, ureaza 0.025/40: I. Z. = 0.138.

W stężeniu jodku M/10, I. Z. wynosi około 0.99, w zależności od czasu trwania rozkładu w termostacie. Wreszcie zahamowanie w stężeniu soli M/1 i ureazy 0.1/40 jest stosunkowo bardzo słabe: I. Z. = 0.974.

Działanie rodanku — NaCNS (wykres 6).

W środowisku bezbuforowym zahamowanie rozkładu jest proporcjonalne do stężenia soli. W stężeniu M/1 zahamowanie jest dość znaczne: I. Z. = 0.789.

W środowisku buforowym wpływ, podobnie jak i w innych przypadkach, zależy od stężenia soli, ureazy i czasu trwania rozkładu w termostacie, jak wskazuje następujące zestawienie:

M/1	0.1/40	2 ^h	I. Z. = 0.984
"	0.025/40	1 ^h	I. Z. = 0.148
M/10	0.05/20	2 ^h	I. Z. = 0.957
M/10	0.05/40	1 ^h	I. Z. = 0.953

Działanie fluorku — NaF (wykres 7)

Osobne miejsce w działaniu jonów na enzymatyczny rozkład mocznika pod wpływem ureazy zajmuje fluorek. We wszystkich pracach dotychczas wykonanych autorowie przytaczają jego odrębne, swoiste działanie na procesy fermentacyjne. W pracy mojej wiele eksperymentów poświęciłem zbadaniu tego ciekawego wpływu. Tak w środowisku bezbuforowym, jak i buforowym, daje się stwierdzić wybitne, prawie zupełne zahamowanie rozkładu mocznika. Różnica w stopniu zahamowania w stężeniu M/1 i M/10 jest nieznaczna. Daje się to tłumaczyć tem, że stężenie M/10 jest dość silne, aby spowodować prawie całkowite zahamowanie. Wypadało więc przejść do badania stężeń znacznie niższych, i oto jak przedstawiają się wyniki: pH roztworów, zawierających fluorek, waha się w granicach 5.9 — 6.1, zgóry więc wyłączamy działanie nieswoiste fluorku, spowodowane zmianą pH. Działanie fluorku zależy również, i to w stopniu dość znacznym, od stężenia ureazy (patrz tabela IV). Najlepiej obserwować wpływ fluorku w stężeniu ureazy 0.025/40, tu bowiem otrzymać można dane najbardziej charakterystyczne. W granicach stężeń fluorku M/1000 do M/10000 zahamowanie jest jeszcze znaczne, zmniejsza się jednak w miarę posuwania się ku

stężeniom mniejszym. W stężeniach $M/10^5$ — $M/2.10^5$ zahamowanie jest już niewielkie i rozkład zbliża się do punktu objętego, który leży w granicach $N/3.10^5$ — $M/5.10^5$; w tych ostatnich fluorkach nie wywiera wpływu na rozkład. W stężeniu $M/10^6$ spostrzegamy już pewne ułatwienie rozkładu, które daleko silniej zaznacza się w stężeniu $N/3.10^6$. W stężeniu ureazy mocniejszym nie można otrzymać tak charakterystycznych wyników.

Wyniki te najlepiej ilustruje tabela IV.

Tabela IV.

Wpływ NaF w zależności od stężenia ureazy
Effect of sodium fluoride with different concentrations of urease.

I. Z.	Stężenie NaF	I. Z.
Ureaza 0.05/40	Concentration of NaF	Ureaza 0.025/40
<i>Urease 0.05/40</i>		<i>Urease 0.025/40</i>
0.9	M/1000	0.11
0.99	M/5000	0.49
0.99	M/10000	0.79
1.0	M/50000	0.93
1.0	M/100000	0.97
1.0	M/500000	0.1
1.005	M/1000000	1.01

Objaśnienia wykresów.

Explanation of diagram.

Kolumny na wykresie oznaczają wartość I. Z.
The vertical columns express the values of I. Z.

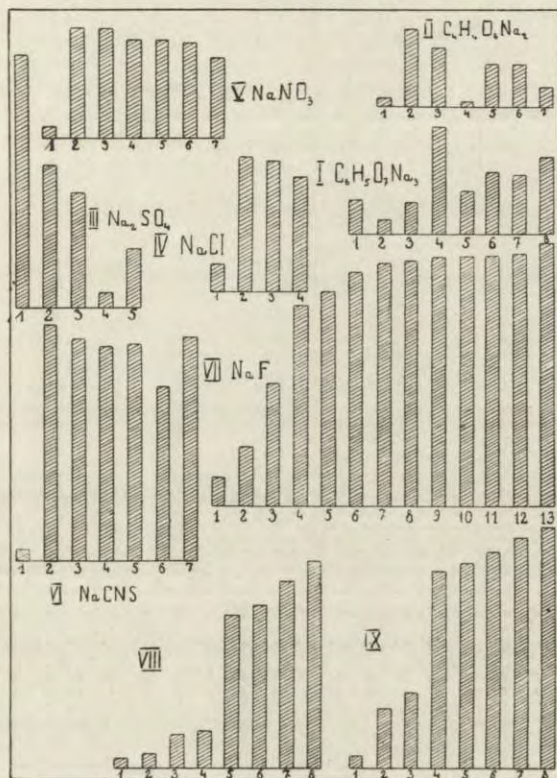
I. Wpływ $C_6H_5O_7Na_3$. *Influence of $C_6H_5O_7Na_3$.*

№ kolumny	Bufory	Stęż. soli	Stęż. ureazy	Czas trwania dośw.	I. Z.
№ of column	Buffers	Conc. of salts	Conc. of urease	Duration of experiment	
1.	+	M/1	0.1 — 40	2 h	1.04
2.	+	M/1	0.05 — 40	"	0.812
3.	+	M/1	0.025 — 40	"	0.759
4.	+	M/10	0.05 — 40	"	0.833
5.	—	M/1	0.1 — 30	"	0.871
6.	—	M/2	0.1 — 30	"	0.938
7.	—	M/6	0.1 — 30	"	0.933
8.	—	M/10	0.1 — 30	"	1.033

II. Wpływ $C_6H_8O_6Na_2$. *Influence of $C_6H_8O_6Na_2$.*

1.	+	M/1	0.025 — 40	2h	0.83
2.	+	M/1	0.1 — 40	"	1.11
3.	+	M/10	0.05 — 40	"	1.03
4.	—	M/1	0.1 — 30	"	0.823
5.	—	M/6	0.1 — 30	"	0.975
6.	—	M/10	0.1 — 30	"	0.969
7.	—	M/20	0.1 — 30	"	0.874

№ kolumny № of column	Bufory Buffers	Stęż. soli Conc. of salts	Stęż. ureazy Conc. of urease	Czas trwania dośw. Duration of experiment	I. Z.
III. Wpływ Na_2SO_4 . Influence of Na_2SO_4 .					
1.	+	M/10	0.05 — 40	2h	1.007
2.	+	M/1	0.1 — 40	.	0.575
3.	-	M/1	0.1 — 40	2 ³⁰ h	0.457
4.	+	M/1	0.025 — 40	2h	0.054
5.	-	M/1	0.1 — 30	.	0.235



IV. Wpływ NaCl. Influence of NaCl.

1.	+	M/1	0.025 — 40	1h	0.611
2.	+	M/1	0.05 — 40	2h	1.04
3.	+	M/1	0.1 — 40	"	1.03
4.	-	M/1	0.1 — 30	.	0.964

V. Wpływ NaNO_3 . Influence of NaNO_3 .

1.	+	M/1	0.025 — 40	1h	0.648
2.	+	M/1	0.05 — 40	2h	1.04
3.	+	M/1	0.1 — 40	.	1.04
4.	+	M/10	0.05 — 40	.	0.99
5.	+	M/10	0.05 — 40	1h	0.99
6.	-	M/10	0.1 — 30	2h	0.988
7.	-	M/1	0.1 — 30	.	0.922

№ kolumny № of column	Bufory Buffers	Stęż. soli Conc. of salts	Stęż. ureazy Conc. of urease	Czas trwania dośw. Duration of experiment	I. Z.
VI. Wpływ NaCNS. <i>Influence of NaCNS.</i>					
1.	+	M/1	0.025 — 40	1h	0.148
2.	+	M/1	0.05 — 40	2h	1.042
3.	+	M/1	0.1 — 40	2h	0.984
4.	+	M/10	0.05 — 40	1h	0.953
5.	+	M/10	0.05 — 40	2h	0.957
6.	—	M/1	0.1 — 30	"	0.789
7.	—	M/10	0.1 — 30	"	0.998

VII. Wpływ NaF w nast. warunkach doświadczenia. *Influence of NaF under the following experimental conditions.*

Ureaza 0.025 — 40 czas trwania dośw. — 1h
 Urease 0.025 — 40 duration of exper. — 1h

№ kolumny № of column	Stężenie NaF Concentration of NaF	I. Z.
1.	M/1000	0.11
2.	M/3000	0.34
3.	M/5000	0.49
4.	M/10000	0.795
5.	M/30000	0.85
6.	M/50000	0.936
7.	M/100000	0.975
8.	M/200000	0.978
9.	M/300000	0.994
10.	M/400000	0.996
11.	M/500000	1.00
12.	M/1000000	1.01
13.	M/3000000	1.05

VIII. Szereg soli w następujących warunkach doświadczenia. *Order of anions under the following experimental conditions.*

Stężenie ureazy — 0.025 — 40 Concentration of urease — 0.025 — 40	Czas trwania dośw. — 1h Duration of exp. — 1h	Środowisko buforowe With buffers
№ kolumny № of column	Sól Salt M/1	I. Z.
1.	CH ₃ COONa	0.038
2.	Na ₂ SO ₄	0.054
3.	NaJ	0.138
4.	NaCNS	0.148
5.	NaCl	0.611
6.	NaNO ₃	0.648
7.	C ₆ H ₅ O ₇ Na ₃	0.759
8.	C ₄ H ₄ O ₆ Na ₂	0.830

IX. Szereg soli w nast. warunkach doświadczenia. *Order of anions under the following experimental conditions.*

Stężenie ureazy — 0.1 — 30 czas trwania dośw. — 2h bez buforów
 Concentration of urease — 0.1 — 30 duration of exper. — 2h without buffers

№ kolumny № of column	sól salt M/l	I. Z.
1.	CH ₃ COONa	0.049
2.	Na ₂ SO ₄	0.235
3.	NaJ	0.300
4.	NaCNS	0.789
5.	C ₄ H ₄ O ₆ Na ₂	0.820
6.	C ₆ H ₅ O ₇ Na ₃	0.871
7.	NaNO ₃	0.922
8.	NaCl	0.964

Streszczenie wyników.

1°. Wpływ jonów na fermentacyjny rozkład mocznika pod wpływem ureazy zależy od następujących czynników: od

- stężenia soli,
- stężenia fermentu,
- czasu trwania rozkładu w termostacie i
- stężenia jonów wodorowych.

2°. Przeważnie daje się stwierdzić zahamowanie rozkładu i to proporcjonalne do stężenia soli. W przypadkach, w których małe stężenia ułatwiają rozkład, przechodząc do stężeń wyższych, otrzymujemy zawsze zahamowanie.

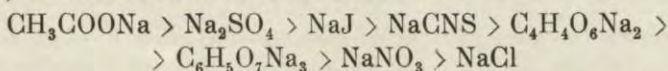
3°. Przypadki, gdzie przy stężeniu soli M/l w środowisku buforowym otrzymano ułatwienie rozkładu wobec zahamowania w stężeniu takim samym lub nawet mniejszym w środowisku bezbuforowym, tłumaczą się przesunięciem pH ku optimum dla ureazy. Zachodzi to w roztworach soli słabo działających.

4°. Stężenie enzymu stoi w stosunku odwrotnym do hamowania rozkładu: im większe stężenie enzymu przy tem samym stężeniu soli, tem mniejsze daje się stwierdzić zahamowanie.

5°. Odpowiednie miejsce w szeregu HOFMEISTRA nie odgrywa żadnej roli w stosunku do wpływu danej soli na enzymatyczny rozkład mocznika przez ureazę.

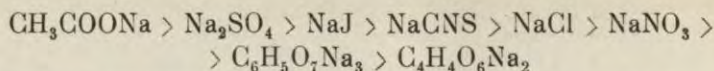
6°. Szereg soli pod względem stopnia wpływu na rozkład przedstawia się jak następuje:

- w środowisku bezbuforowym:



w następujących warunkach doświadczenia: stężenie soli — M/l, ureazy 0.1/30, czas trwania doświadczenia — 2 godz.

- w środowisku buforowym:



w następujących warunkach doświadczenia: sól — M/1, ureaza 0.023/40, czas — 1 godzina.

7°. Wpływ fluorku na proces enzymatyczny jest ściśle specyficzny i nie da się porównać z wpływem żadnego z jonów badanych, co zresztą potwierdzają badania innych autorów.

8°. Zjawiska, stwierdzone w pracy niniejszej, tłumaczą się według nas najlepiej adsorbcją soli przez ferment, na co wskazuje przedewszystkiem krzywa hamowania przez fluorek, zbliżona do izotermy adsorbcyjnej. Natomiast przypadki, gdzie mamy ułatwienie rozkładu, tłumaczą się adsorbcją przez czynniki, istniejące zawsze obok ureazy, być może przez t. zw. aukso-ureazy, według szkoły JACOBY'EGO ('24 — '25).

Piśmiennictwo.

Ernström E. 1922. Über den Temperaturkoeffizient der Stärkespaltung und die Thermostabilität der Malzamyrase und des Ptyalins. Zeitschr. f. physiol. Chem. **119** (190). Embden G. 1925. Die ionale Beeinflussung des Lactacidogenswechsels und anderer chemischer Vorgänge im Muskel. Handbuch d. norm. u. path. Physiologie. 8—I (417). Holmbergh O. 1924. Studien über Leberamyrase. Zeitschr. f. physiol. Chem. **134** (68). Hosokawa T. 1924. Über Auxoureasen. Biochem. Zeitschr. **149** (363). Jacoby M. u. L. Rosenfeld. 1925. Zur Kenntnis der Auxokörperwirkung. Biochem. Zeitschr. **158** (334). Lövgren S. 1921. Studien über die Urease. I. Biochem. Zeitschr. **119** (215). Lövgren S. 1923. Studien über die Urease. II. Biochem. Zeitschr. **137** (206). Loeper M., A. Mougeot et V. Aubertot. 1926. Pouvoir zymosthénique des eaux minerales bicarbonatées ou sulfatées sur l'uréase du Soja. Bull. de la Soc. de Chimie Biol. **8** (958). Onodera. 1915. Bioch. Journ. **9** (134). Di Renzo F. 1924. Zur Kenntnis der Auxoureasen. Biochem. Zeitschr. **144** (298). Rosenfeld L. 1924. Über die Bindung der Auxoureasen an das Enzym. Biochem. Zeitschr. **154** (143). Starkenstein E. 1910. Über Fermentwirkung und deren Beeinflussung durch Neutralsalze. Zeitschr. f. physiol. Chem. **24** (210). Weber J. 1926. Über die Bedeutung von Ionen für die Muskelfunktion. Zeitschr. f. physiol. Chem. **145** (107). Wester D. H. 1921. Über den Einfluss von verschiedenen Kationen und Anionen und von Elektrolytmischungen auf die harnspaltende Wirksamkeit von Urease. Biochem. Zeitschr. **128** (279). Werner E. 1923. The chemistry of urea (103). Wohlgemuth J. 1908. Untersuchungen über die Diastasen. Biochem. Zeitschr. **9** (10).

[Instytut Chemji Lekarskiej Uniwersytetu Lwowskiego]

J. Heller.

Badania nad przeobrażeniem owadów.

Untersuchungen über die Metamorphose der Insekten.

Rękopis nadesłany w dniu 23. III. 1928 r.

Vorliegende Abhandlung bietet eine zusammenfassende Darstellung der Untersuchungen über die Metamorphose der Insekten, welche der Verfasser seit 1923 bis 1927, einschliesslich, ausgeführt und derer Resultate er, teilweise, schon früher veröffentlicht hatte (HELLER '24, '25, '26, '27). Gleichzeitig macht der Verfasser einen Versuch, die Ergebnisse seiner eigenen Untersuchungen mit denen der anderen Autoren sowohl der Physiologen als auch der Morphologen in Beziehung zu bringen und somit ein möglichst vollständiges Bild unserer Kenntnisse dieses interessanten Vorganges zu geben. Die morphologischen Untersuchungen werden, natürlich, nur insoweit in Erwägung gebracht, als ihre Ergebnisse eine Rückwirkung auf den physiologischen Teil der Frage ausüben können. In die so entstandenen, im Verhältniss zu dem bestehenden Tatsachenmaterial sehr geräumigen Rahmen, hat sich so manche eigene Untersuchung hineingefügt, die in früheren Mitteilungen nicht berücksichtigt werden konnte. Es wurde auch nötig manche Lücken auszufüllen, was zu neuen Experimenten Anstoss gab.

Im ersten Teile werden die Methoden besprochen, die vom Verfasser zur Messung des respiratorischen Gaswechsels angewandt wurden. Da sich die Respirationsgläschen-Manometermethode und die Wägemethode nach HALDANE für manche Versuche als unzulänglich erwiesen haben (obwohl sie dem Vf. in weniger komplizierten Fragen vortreffliche Dienste geleistet haben), wurde ein eigener Apparat für diese Zwecke konstruiert (vergl. Text—fig. 1 u. 2), dessen spezielle Eignung für diese Zwecke ergibt sich

daraus, dass mit ihm sowohl kleine wie auch grosse (von etwa 2 bis zu einigen Hundert ccm) Volumina veratmeter Gase messbar sind und dass der Versuch sowohl wenige Stunden wie auch mehrere Wochen dauern kann. Die Sauerstoffaufnahme und die Kohlensäureproduktion können, jede für sich, auf zwei verschiedenen Wegen ermittelt werden, was eine stetige Kontrolle der Resultate ermöglicht. Die Luftzirkulation wird durch eine Quecksilberpumpe besorgt. Zur Hebung und Senkung des Quecksilbergefässes dient eine Hebevorrichtung, die sich durch billiges und sicheres Funktionieren auszeichnet.

Im zweiten Teile sind die Ergebnisse der Respirationmessungen nebeneinander gestellt. Sie wurden beim Admiral, (*Pyrameis atalanta*), Kaisermantel (*Argynnis paphia*), Wolfsmilchschwärmer (*Deilephila euphorbiae*) und einer Glucke (*Gastropacha rubi*) ausgeführt, von junger Raupe an (*Deilephila*), bis zur Imago (die 3 erstgenannten). Es wurden auch die ausführlichen Analysen von KELLNER für das ganze Raupenstadium beim Seidenspinner (*Bombyx mori*) nach Umrechnen verwertet. Es ergibt sich sonach folgendes Bild.

Die Raupe hat den höchsten Stoffwechsel von allen Stadien, auf kg und St. gerechnet, aber nur während 3 ersten Perioden. Im Verlaufe der 2 letzten Perioden vermindert sich der Stoffwechsel sehr stark, besonders in diesem Moment, wo die Raupe die Nahrungsaufnahme einstellt. Es folgt kurz vor der Verpuppung eine vorübergehende Steigerung der Respiration, die bei der Puppe einer schnellen und sehr ausgiebigen Verminderung Platz macht. Es folgt nun ein Minimum des Stoffwechsels in dem ganzen Lebenszyklus, welches desto grösseren Teil der Puppenperiode ausmacht, je länger bei einem Individuum diese Periode dauert. An dieses Minimum schliesst sich nun ein immer steilerer Anstieg der Respirationsgrösse an, bis die Höhe vom Anfang der Puppenperiode wieder erreicht wird. Während des Ausschlüpfens werden noch höhere Werte gefunden und auch der Schmetterling weist einen Stoffwechsel auf, welcher denjenigen der Puppe in einer ganz ausgesprochenen Weise übersteigt (v. Fig. 3 — 6).

In dem dritten Teile wird die Abhängigkeit der Entwicklungsgeschwindigkeit von der Temperatur behandelt. Es muss hier zwischen der subitanen und der latenten Entwicklung unterschieden werden.

Bei der subitanen Entwicklung ist ihre Geschwindigkeit in ganz ausgesprochener Weise von der Stoffwechselgrösse abhängig, und mit der letzteren der Temperatur direkt proportional. Bei einem bestimmten (für die Art) Temperaturminimum wird die Entwicklung gehemmt und der Stoffwechsel dient nur zur Aufrechterhaltung des Bestehenden. Bei der Erhöhung der Temperatur nimmt die Entwicklungsgeschwindigkeit zu und zwar der Erhöhung über das genannte Minimum direkt proportional. Das bedeutet eine Bestätigung der BLUNCK'SCHEN Formel.

Bei der latenten Entwicklung wird die Sachlage viel komplizierter. Wir finden hier eine Abhängigkeit des Grundumsatzes der Puppen von der Temperatur, welcher dieselben in den ersten Wochen nach der Verpuppung ausgesetzt waren: je niedriger diese Temperatur ist, desto höher wird der Grundumsatz und vice versa. Es folgt daraus, dass die Puppen von demselben Gelege verschiedene Grundumsätze haben können, wenn sie sich zu verschiedener Zeit bei verschiedener Temperatur verpuppt haben. Ein Unterschied von etwa fünf Tagen kann schon in dieser Hinsicht ausschlaggebend sein; bei dem gegebenen Ablauf der Wintertemperatur bedeutet ein verschiedener Grundumsatz auch eine verschieden lange dauernde Entwicklungszeit. Es scheint hier eine wichtige Anpassung an die Ungleichheit unseren Winterklimas vorzuliegen. Wäre nämlich der Stoffwechsel und in der Folge die Entwicklung nur von der jeweiligen Temperatur abhängig, wie es für die subitane Entwicklung nachgewiesen wurde, dann würde das Ausschlüpfen der Schmetterlinge zu einer festgesetzten Zeit (z. B., zu der Blütezeit einer Pflanze) nur nach einem wohldefinierten Durchlauf des Winters möglich sein. Jede stärkere Abweichung könnte die ganze Generation in verderblicher Weise verspätet haben, oder zu früh erscheinen lassen. Es ist zu betonen, dass es eine Anpassung der Art ist, welche nur für wenige Individuen heilbringend, für die Mehrzahl aber schädlich ist. Da ein Schmetterlingsweibchen mehrere Hundert Eier legt, ist dieser Weg zweckmässig. Man darf also bei diesen Tieren nicht kritiklos solche Anpassungen annehmen, die uns bei höheren Tieren mit spärlicher Nachkommenschaft geläufig sind.

In dem vierten Teile wird gezeigt, dass die subitane Entwicklung mit der latenten ein und denselben Vorgang darstellt, der aber nur von verschiedener zeitlichen Ausdehnung sei. Zu diesem

Schluss wird der Verfasser geleitet durch den beinahe identischen Verlauf der Gewichtsverlustkurven, durch die wesentliche Übereinstimmung der Kurven für den Sauerstoffverbrauch und durch die identische Aufeinanderfolge der Veränderungen im Röntgenbilde. Alle diese Befunde wurden bei *Deilephila euphorbiae* erhoben, bei welcher Art ausser der bekannten, als Puppe überwinternder Form vom Verfasser auch noch eine andere, zur subitanen Entwicklung befähigte nachgewiesen wurde. Die abweichenden Verhältnisse welche auf morphologischem Wege von SÜFFERT bei *Araschnia levana-prorsa* gefunden worden waren, glaubt der Verfasser mit der Eigenart dieses Falles, nämlich mit der des Dimorphismus, in Beziehung bringen zu dürfen.

Das gegenseitige Verhältniss der beiden genannten *Deilephila*-formen wurde in Zuchtversuchen untersucht, welche gemeinsam mit MOKŁOWSKA unternommen waren. Der fünfte Teil der vorliegenden Arbeit berichtet über die vorläufigen Ergebnisse. Überwinternde Puppen ergaben Schmetterlinge, deren Nachkommen in ca 80% zur subitanen Entwicklung fähig waren. Der Rest machte die gewöhnliche Entwicklung mit Überwinterung durch, nur wenige überwinterten zweimal. Diese Verschiedenheiten wurden in ein und demselben Gelege nachgewiesen, wobei sämtliche Individuen identischen Temperatur—und Feuchtigkeitsverhältnissen ausgesetzt waren. Die im Freiland im Juli gesammelten Raupen wiesen ebenfalls gegen 80% die Fähigkeit einer subitanen Entwicklung auf, wogegen im August und September fast nur überwinternde Puppen erhalten wurden, obwohl die Temperatur in manchen Versuchen bis zu 30° steigerte. Der Verfasser vermutet, dass aus den überwinternden Puppen im Frühling zu verschiedener Zeit (Unterschiede im Grundumsatz) Falter schlüpfen, die sogleich eine zur subitanen Entwicklung befähigte Raupengeneration liefern. Die minimale Mortalität bei der subitanen Entwicklung bedingt, dass trotz der spärlichen Anzahl solcher Gelege die Faltergeneration, welche gegen Ende Juli zu erscheinen beginnt, zahlreich genug ist, um das massenhafte Auftreten der Raupen um die Hälfte August zu ergeben. Die für die subitane Entwicklung bei *Deilephila* konstruierte Sauerstoffverbrauchkurve (Tab. IV, Fig. 4) nimmt eine Mittelstellung zwischen der latenten und der subitanen Entwicklung solcher Arten ein, die in der Regel nur eine Generation ergeben. Es scheint also bei *Deilephila* Bivoltismus in Aus-

bildung begriffen zu sein und der Verfasser glaubt, dass in diesem Falle genetische Untersuchungen den Mechanismus dieser Erscheinung erhellen können.

In dem sechsten Teile werden chemische Analysen besprochen, die an reifer an Raupe, an frischer Puppe und an eben ausgeschlüpften Schmetterlingen der Wolfsmilchschwärmers ausgeführt wurden. Es wird sodann der Stoffverlust in einzelnen Perioden als Brennwert umgerechnet und mit ähnlich umgerechneten Werten aus KELLNER'S Analysen am Seidenwurm verglichen. Damit wird es gezeigt, dass der Schwärmer bei der Verpuppung hauptsächlich Fett zersetzt, der Spinner dagegen das „Nichtfett“; während der Puppenperiode dagegen liegen die Verhältnisse umgekehrt. Dabei besteht das „Nichtfett“ beim kleinen Fettverbrauch hauptsächlich aus Eiweiss, beim grossen—aus Kohlehydraten. Es wird dann der Stoffwechsel während der Metamorphose, auf Gewichtseinheit umgerechnet, für verschiedene Insekten verglichen, wobei ausser der eigenen auch die Ergebnisse anderer Autoren mit verwendet wurden. Die erhaltenen Werte sind von bemerkenswerter Ähnlichkeit (Tab. XXXVI).

In ähnlichen Analysen wurde der Hungerstoffwechsel des Falters von *Deilephila* untersucht, wovon in dem siebenten Teile berichtet wird. Die Verluste betreffen hier vor allem das Fett, welches zu 70% zersetzt wird und die Hälfte des Energieumsatzes deckt. Das Eiweiss wird zu 41% verbraucht, Kohlehydrate dagegen spielen eine untergeordnete Rolle. Der Wasserverlust ist sehr bedeutend, wodurch der Gehalt an Trockensubstanz von 31.75% bis auf 44.3% vergrössert wird. Diese Ergebnisse wurden auch tabellarisch mit jenen anderer Autoren verglichen, wobei sich gute Übereinstimmung der Werte erwiesen hat (Tab. XXXIX).

In dem achten Teile werden die in Gemeinschaft mit MEISELS ausgeführten Untersuchungen mittels der Röntgenstrahlen dargestellt. Die undurchlässigen Elemente, d. i. Hämolymphe und, wahrscheinlich, Mineralteile, sind im Körper der Raupe sowie einer ganz frischen Puppe gleichmässig verteilt. Je weiter die Entwicklung der Puppe vor sich geht, desto durchlässlicher wird der übrige Körper, indem sich die deckenden Elemente im Darm versammeln. Ausserdem entstehen schon früh zu beiden Seiten des Darmes in metamerer Anordnung kugelige, gaserfüllte Räume, die als Tracheenblasen gedeutet werden. Es ist von Interesse, dass

die Hämolymphe eine Deckkraft aufweist, welche die des Säugetierblutes sogar etwas übersteigt. Jede Störung in der Puppenentwicklung, insbesondere die von Parasiten bedingte, lässt sich im Röntgenbilde leicht und klar nachweisen (v. Fig. 10 und 11).

Obige Befunde beziehen sich auf *Deilephila euphorbiae*. Weitere Untersuchungen, in denen SCHEFFNER teilnahm, wurden an *Saturnia yama-may* ausgeführt. Von den noch unveröffentlichten Ergebnissen sei nur mitgeteilt, dass das dicke, doppelte Gespinnst für Röntgenstrahlen leicht durchgängig ist und dass die bei *Deilephila* kugeligen, durchsichtigen Räume hier eine ganz andere Gestalt und Anordnung aufweisen (v. Fig. 12).

In der Schlussbetrachtung weist der Verf. darauf hin, dass man in der Metamorphose holometaboler Insekten zwei Prozesse unterscheiden kann:

1°, eine Formveränderung, welche ein Analogon in der unvollständigen Metamorphose auch in anderen Tierklassen findet.

2°, eine enorme Verminderung des Grundumsatzes, welche in kleinerem Maasse sich auch bei überwinternden Raupen oder Imagines nachweisen lässt.

Der erste dieser Prozesse scheint auf humoralem Wege geleitet zu sein und sein Hormon mit dem Gehirn der Raupe in Zusammenhang zu stehen; der andere dagegen sei mit der Zelle selbst aufs engste gebunden, er ist vielleicht eine Funktion des Zellkernes.

Nach der Meinung des Verfassers ist es die Fähigkeit den Grundumsatz zu vermindern, welche den Ausgangspunkt in der phylogenetischen Ausbildung der vollständigen Metamorphose gebildet hat. Die Umformungen, die sich im Puppenkörper vollziehen, machen eine Nahrungsaufnahme von Aussen unmöglich; bei dem unveränderten Grundumsatz wären somit die Reserven in 3—4 Tagen verbraucht. Je ausgiebiger diese Verminderung ist, desto tiefgreifender können die inneren Transformationen sein, was in der Folge immer mehr der Raupe ermöglicht, sich ihrer speziellen Funktion und den Lebensbedingungen anzupassen.

Wstęp. Ograniczenie tematu.

Poczwarki przedstawiają dla badań nad przemianą materji bardzo ciekawy przedmiot. Wewnątrz sztywnej skorupki chitynowej zachodzą zmiany, prowadzące do zupełnego rozpadu jednej formy organizacyjnej i do wytworzenia nowej, różniącej się od poprzedniej pod wielu względami. Mamy tu więc nietylko wzrost ciągły i postęp organizacji kosztem materiału zapasowego, niezorganizowanego, podobnie jak to ma miejsce w rozwoju zarodkowym. Obserwujemy tu także proces przeciwny, rozpad, będący jakby odwróceniem poprzedniego. To zestawienie u jednego i tego samego osobnika nasuwa szereg zagadnień. Wymienimy tu np. zagadnienie, od czego zależy wielkość przemiany podstawowej, jakie czynniki materialne decydują o wielkości przemiany w danej temperaturze i danem stadium rozwoju.

Poczwarka jest przytem bardzo dogodnym przedmiotem badania i z tego powodu, że cała wymiana materji między nią a środowiskiem polega na pobieraniu tlenu, a wydalaniu dwutlenku węgla i pary wodnej.

Zagadnienie przeobrażenia interesuje nas też głównie jako zagadnienie przemiany materji w tym skomplikowanym pod względem przemian wewnętrznych, a tak prostym pod względem objawów zewnętrznych, okresie życia owadów. Przez przeobrażenie rozumiemy tu tylko przeobrażenie całkowite owadów, mówimy więc tylko o owadach holometabolicznych, podobnie, jak tę sprawę ujmował TANGL ('09) w swoich badaniach fizjologicznych. Badania histologiczne przeobrażenia poruszają się przeważnie w tych samych granicach.

I. Metody oznaczania wymiany oddechowej.

W badaniach nad przemianą materji mierzyliśmy jej natężenie najczęściej wielkością wymiany oddechowej. Zależnie od tego, czy przedmiotem badań były nieruchome poczwarki, czy gąsienice; czy wystarczały pomiary produkcji dwutlenku węgla, czy też chodziło i o oznaczenie zużycia tlenu lub też

udziału obydwu gazów; czy wreszcie ważniejszy w danem doświadczeniu był wzgląd na szybkość pomiaru, czy też na jego dokładność — stosowaliśmy następujące trzy metody.

1^o. Oznaczanie manometryczne zużycia tlenu. Przyrząd przypomina tak ostatnio rozpowszechniony mikrospirometr KROGHA (14) z tą różnicą, że naczynko, zawierające zwierzę, i naczynko kontrolne łączą się każde z osobnym manometrem. Naczynka w naszym przypadku miały objętość 30 do 35 cm³, dokładnie wymierzoną przez ważenie. Na dnie umieszczałem 0.2 — 0.5 cm³ ługu potasowego 4%, powyżej zawieszałem poczwarkę w woreczku muślinowym. Naczynko takie łączyłem szczelnie z manometrem, przez ramię, opatrzone kurkiem, pozwalającym wyrównać ciśnienie wewnątrz naczynka z ciśnieniem atmosferycznym. Drugie ramię manometru jest otwarte. Manometry napełnia się płynem BRODIE'EGO. W każdym doświadczeniu jeden przyrząd zawiera ług, ale nie zawiera poczwarki. Wychylenia poziomu cieczy w tym manometrze zależą od zmian temperatury i ciśnienia atmosferycznego, i służą do redukcji reszty odczytań. Do odczytania nastawiamy płyn w ramieniu komunikującym na poziom pierwotny, wtedy ramię otwarte wykazuje zmiany ciśnienia. W naszym przypadku różnica poziomów 100 mm odpowiadała zużyciu około 0.3 cm³ tlenu. Jest to więc metoda łatwa, szybka i dokładna. Stosowałem ją też najczęściej, wykonywując w ciągu badań niniejszych zgorą pół tysiąca doświadczeń. Ma ona jednak swoje słabe strony, które dzieli zresztą z metodą różnicową (mikrospirometr KROGHA). Najważniejsze jest ograniczenie, spowodowane ruchliwością przedmiotu. Gąsienice mogą być tylko wtedy badane tą metodą, jeśli są nieruchome (linienie) albo bardzo małe. Duże i ruchliwe gąsienice wymagają tak dużych naczyń, że metoda traci swe najważniejsze zalety, wygodę i szybkość. Drugi słaby punkt stanowi niemożność w wielu przypadkach oznaczenia produkcji dwutlenku węgla, a tem samym wyznaczenia ilorazu oddechowego. KROGH wyliczał produkcję dwutlenku węgla z dwu doświadczeń, z których jedno było prowadzone w sposób zwyczajny i dawało zużycie tlenu, w drugim zaś dwutlenek węgla nie ulegał pochłanianiu; wychylenie manometru wykazuje wtedy, o ile objętość wydalonego dwutlenku węgla jest mniejsza od objętości pochłoniętego tlenu, a różnica obu wyników daje objętość dwutlenku węgla. Ta metoda w odniesieniu do poczwarek wilezomlecza zawiodła w zupełności. Gromadzący się w atmosferze naczynka dwutlenek węgla działał jako mocny bodziec, powodujący wzrost zużycia tlenu. Naturalnie zwiększała się równoległe różnica O₂ — CO₂, przez co pozornie malał iloraz oddechowy. W jednym z doświadczeń, prowadzonym z rozmysłem dalej, różnica ta zrównała się wreszcie z początkowym zużyciem tlenu, prowadząc całe oznaczenie ilorazu oddechowego tą drogą ad absurdum. Pod koniec doświadczenia poczwarka uległa narkozie pod wpływem dwutlenku węgla¹⁾. Zawiódł również stoso-

¹⁾ Tego rodzaju stosunki zachodziły prawdopodobnie w pracy D. E. FINKA (25), w której autor znajduje ilorazy oddechowe od 0.4 począwszy.

wany w analogji do metody WARBURGA ¹⁾ sposób wypędzania związanego dwutlenku węgla zapomocą stężonego kwasu.

Najlepsze wyniki otrzymałem przez miareczkowanie (po doświadczeniu) ługu, po uprzedniem strąceniu węglanów chlorkiem baru. Jedyne ta metoda dawała wartości wogóle prawdopodobne; jest jednak za mało czuła, gdyż 1 kropla 1/10 norm. kwasu odpowiada—zależnie od swej wielkości—50 do 120 mm³ dwutlenku węgla, gdy średni błąd odczytania zużycia tlenu wynosi około 4 mm³.

Podobne trudności nastęrcza również, jak wspomniałem powyżej, mikrorespirometr KROGHA, a modyfikacje, wprowadzone przez ADAMA ('20) i KRAJNIKA ('22), usuwają je tylko częściowo. Również aparat WINTERSTEINA ('12) da się użyć tylko dla zupełnie małych lub słabo oddychających zwierząt.

2°. Celem oznaczania przemiany materji gąsienicy lub motyla stosowałem metodę HALDANE'A ('92) przy pomocy zaimprovizowanej aparatury. Kolbka szklana o pojemności 200—300 cm³ służyła jako komora oddechowa. Zamknięcie stanowił podwójnie wiercony korek gumowy, przez który przechodziły dwie rurki szklane, opatrzone kurkami. Płóczki z stężonym kwasem siarkowym i wapnem sodowanym uwalniają wchodzące powietrze od wilgoci i dwutlenku węgla. Za kolbką włączałem dwa naczynia wagowe, podobne do używanych w analizie pierwiastkowej, z których pierwsze zawierało chlorek wapnia, drugie wapno sodowane i chlorek wapnia. Pompka wodna przeciągała przez cały system powolny, stały prąd powietrza. W odpowiednich odstępach—zwykle po 24 godzinach—ważyłem komorę oddechową (przy zamkniętych kurkach) i oba naczynia absorbeyjne. Przyrost na wadze tych ostatnich dawał wprost ilość pochłoniętej wody i dwutlenku węgla. Różnica tego przyrostu i ubytku wagi komory oddechowej daje zużycie tlenu. Tą metodą można oznaczać dość ściśle produkcję dwutlenku węgla, natomiast dokładność oznaczeń zużycia tlenu pozostawia nieco do życzenia, a ponieważ trzeba czekać na większe zmiany ciężaru, metoda nie nadaje się do doświadczeń krótkich.

3°. Wobec tych braków trzeba było użyć specjalnego aparatu oddechowego. Jednakże aparaty przeznaczone dla małych zwierząt (HALDANE '92, FRIDERICIA '13, KRZYWANEK '22, COHNHEIM '10) konstruowano przeważnie dla ssaków; są one obliczone na znacznie intensywniejszą przemianę materji, niż przemiana gąsienic i poczwarek. Jedyne aparat BIALASZEWICZA ('16) mógłby tu wchodzić w rachubę; dla naszych celów nie jest dość czuły i ogranicza ściśle zarówno in plus jak i in minus czas trwania doświadczenia.

Skonstruowałem więc do tych badań przyrząd, który umożliwiał przy dostatecznej dokładności prowadzenie dłuższych doświadczeń, pozwalając zarazem oznaczyć osobno zużycie tlenu, osobno zaś wydalenie dwutlenku węgla i wody. Obydwa pierwsze składniki wymiany, t. j. tlen i dwutlenek węgla, oznaczają się dwiema różnymi drogami, osiągając w ten sposób automatyczną kontrolę wyników.

Aparat składa się z komory oddechowej pojemności 500 cm³, która

¹⁾ Zeitschr. f. physiol. Chem. 88.

komunikuje się z nieco większą komorą wyrównawczą za pośrednictwem manometru, wypełnionego naftą. Obie komory można połączyć z powietrzem zewnętrznym. Pozatem wychodzą z komory oddechowej dwie drogi. Jedna prowadzi przez naczynia pochłaniające wodę i dwutlenek węgla, poprzez pompkę, której działanie wywołuje krążenie powietrza w przyrządzie, z powrotem do komory. Kierunek krążącemu powietrzu nadają dwa zawory (wentyle), które możnaby określić jako wdechowy i wydechowy.

Druga droga prowadzi do biurety gazowej, z której można uzupełnić zużyty tlen. Dzięki zastosowaniu kurków wielodrożnych i specjalnej konstrukcji naczyń pochłaniających, można albo zamknąć szczelnie komorę oddechową, albo też przeprowadzać przez nią powietrze, i to albo uwalniając je od wilgoci, wzgl. od wilgoci i dwutlenku węgla, albo bez pochłaniania tych składników.

Ogólnie możemy przy użyciu tego aparatu wyróżnić trzy typy doświadczeń:

1°. Do doświadczeń krótkich, przy silnem zużyciu tlenu i częstych odczytywaniach stosujemy aparat ten wedle zasad mikrospirometru KROGHA. Ustawiamy wtedy komorę oddechową wraz z naczyniami pochłaniającymi i zaworami za jedno naczynie. Ustawiając rtęć w pompie na poziomie górnego znacznika, odczytujemy wychylenie manometru. Wymierza się zaś aparat dla każdego doświadczenia osobno przy pomocy wyżej wspomnianej biurety, podobnie jak to MÜNZER i NEUMANN ('17) podali dla aparatu różnicowego BARCROFTA (służącego do analizy gazów krwi).

W doświadczeniach tych można oznaczyć także wydalanie dwutlenku węgla w podobny sposób, jak to podał BIAŁASZEWICZ ('16) dla swego aparatu. Ustawia się mianowicie kurki naczyń pochłaniających tak, żeby wiązała się tylko para wodna. W ten sposób prowadzimy doświadczenie przez czas T_1 , stanowiący większą część trwania całego doświadczenia. Z końcem tego okresu manometr wykazuje różnicę poziomów, która przedstawia różnicę objętości pobranego tlenu i wydalonego dwutlenku węgla: $R = Tl_1 - Dw_1$. Następnie przez krótki czas T_2 pochłaniamy także dwutlenek węgla, przyczem manometr wykaże nam zużycie tlenu w czasie T_3 , równym T_1 plus T_2 .

Zakładając, że zużycie tlenu na miutę w okresie drugim jest takie same, jak w pierwszym (wobec krótkości tego okresu małe różnice nie mają znaczenia), a więc, że:

$$\frac{Tl_1}{T_1} = \frac{Tl_2}{T_2}, \text{ mamy: } Tl_1 = Tl_2 \frac{T_1}{T_2},$$

$$Dw_1 = Tl_1 - R; \quad Dw_1 = Tl_2 \frac{T_1}{T_2} - R,$$

a stąd wyliczamy wydalanie dwutlenku węgla w całym okresie T_3 .

Zwyczajnie trwa pierwszy okres kilka godzin, drugi, zależnie od wielkości wentylacji, od kwadransa. W ten sposób możemy oznaczyć obok siebie zużycie tlenu i produkcję dwutlenku węgla kilkakrotnie w ciągu tego samego doświadczenia, bez potrzeby otwierania aparatu.

2°. Inaczej postępujemy, jeśli zwierzę wykazuje znacznie silniejsze zużycie tlenu, albo jeśli chcemy prowadzić doświadczenie przez czas dłuższy. Wtedy przyrząd nasz działa wedle zasady REGNAULTA i REISETA ('44). W miarę zużycia tlenu dopełniamy go pod kontrolą manometru, a po zamknięciu połączenia między biuretą i komorą odczytujemy stan biurety pod ciśnieniem atmosferycznym. I przy takim postępowaniu można oznaczyć dwutlenek węgla przy pomocy wyżej opisanej metody.

3°. Poza opisanymi wyżej metodami, które można stosować obok siebie w obrębie jednego dłuższego doświadczenia, możemy jeszcze w każdej chwili wykonać oznaczenie wagowe dwutlenku węgla i wody. W tym celu zamykamy komorę oddechową i wymieniamy naczynka pochłaniające, poczem można doświadczenie prowadzić w dalszym ciągu. Przy badaniu zapoczwarczenia wilczomlecza zmieniałem naczynka najpierw co dzień, potem co trzy dni.

W ten sposób można prowadzić i kontrolować każde doświadczenie przez pomiar ciśnienia, objętości i ciężaru. Pozatem można w każdej chwili pobrać do biurety dokładnie wymieszaną i ściśle odmierzoną próbkę powietrza z komory i przenieść wraz z biuretą celem wykonania analizy gazowej. Ma to znaczenie specjalnie przy zakończeniu dłuższego doświadczenia.

Przy dłużej trwających doświadczeniach pozwala jeszcze nasz przyrząd na wagowe oznaczenie tlenu, analogicznie do aparatu HALDENE'A ('92). W tym celu ważymy na początku i w końcu doświadczenia oprócz naczyń absorbcyjnych także zamkniętą szczelnie komorę oddechową wraz ze zwierzęciem. Jeśli oznaczymy przez M_1 , N_1 początkową wagę naczyń pochłaniających, przez A_1 początkową wagę komory oddechowej wraz z owadem, zaś przez M_2 , N_2 i A_2 odpowiednie ciężary w końcu doświadczenia, to zużycie tlenu w miligramach:

$$Tl = (M_2 - M_1) + (N_2 - N_1) - (A_1 - A_2).$$

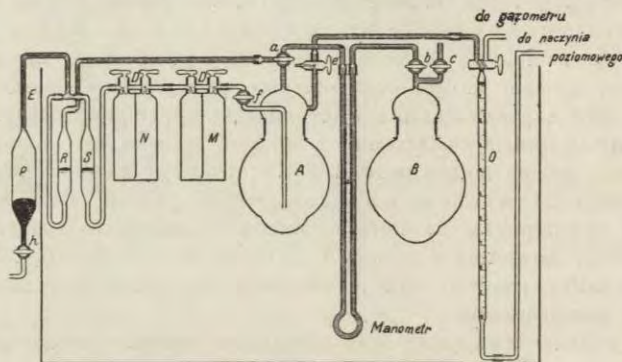
Dla ścisłości należy się zawsze przekonać, czy skład powietrza w aparacie nie uległ zmianie.

Biureta aparatu zawiera 10 cm³, z których każdy jest podzielony na 20 części. Zużyciu 1 cm³ tlenu odpowiada na manometrze różnica poziomów 16 mm tak, że dokładność oznaczenia manometrycznego i objętościowego leży w tych samych granicach.

Specjalną uwagę trzeba jeszcze zwrócić na to, że prężność pary wodnej powinna być przez cały czas dokładnie określona. Ponieważ nie znamy psychrometru, któryby dał się zastosować przy tych rozmiarach aparatu, musimy wybrać albo nasycenie zupełne, albo też — osuszyć powietrze w aparacie, o ile możności, zupełnie. Wybór zależy od rodzaju zwierzęcia doświadczalnego. Tak np. poczwarka wydziela tak mało pary wodnej, że nasycenie nastąpiłoby dopiero po wielu godzinach, a osuszyć atmosferę jest dość łatwo.

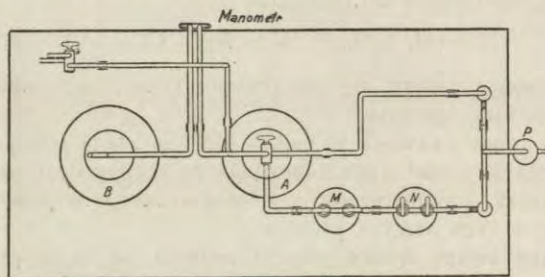
Wręcz przeciwnie mamy warunki, badając zapoczwarczenie wilczomlecza. Gąsienica, ważąca około 5 g, wydaje w ciągu dwu dni około 1 grama wody, co w 20° oznacza 54 l nasyconej pary wodnej. W tym

czasie przepędza nasza pompka przez przekrój aparatu 86 l tak, że powietrze w aparacie aż do rurki z chlorkiem wapnia jest stale nasycone mniej więcej do 60%. W tych warunkach niema mowy o doraźnym osuszeniu powietrza, wobec czego odczytujemy manometr przy nasyceniu zupełnem: ustawiamy kurki naczyń pochłaniających tak, by krążenie odbywało się z ominięciem masy pochłaniającej, sprawdzając w krótkich odstępach czasu stan manometru. Po 2—3 minutach poziom jego się ustali, co świadczy o zupełnem nasyceniu powietrza. Poza tem postępujemy, jak zwykle.



Rys. 1.

Naturalnie, wszystkie odczytania powinny być wykonane w jeden i ten sam sposób, a także kalibrowanie aparatu winno się odbywać wobec wyłączonych naczyń pochłaniających.



Rys. 2.

Rys. 1 przedstawia aparat z przodu, rys. 2—w sposób schematyczny z góry. Wszystkie części składowe wykonano z dość grubego szkła. Poszczególne części składowe łączą się przy pomocy szlifów, uszczelnionych wazeliną i przytrzymywanych przez małe sprężynki lub gumki. Tylko wentyle i naczynia pochłaniające łączą się za pośrednictwem grubych, szczelnych węży gumowych, szkło do szkła, celem nadania aparatowi większej giętkości. Cały przyrząd łącznie z biuretą zanurza się

w wodzie, nad którą wznoszą się tylko rurki włosowate z kurkami. Pompka, manometr, naczynie poziomowe, biurety znajdują się poza zbiornikiem. Komora oddechowa, obciążona zzewnątrz ciężarkami ołowianymi, wisi luźno na haczyku drucianym. Komora porównawcza może być tak dokładnie zrównoważona zapomocą wlanej do wewnątrz rtęci, że wisi swobodnie na manometrze. Naczynia pochłaniające wiszą również na drucie, podobnie i biureta, wentyle zaś są zawieszane za pośrednictwem węży gumowych na pompee, która jest nazewnątrz kąpeli wodnej mocno ujęta w klamrę. W ten sposób zawieszony aparat jest zupełnie podatny i bezpieczny w użyciu, mimo swej złożoności.

Szczegółowego opisu wymagają liczne kurki przyrządu. Pomiędzy manometrem a komorą oddechową znajdujemy trójdrożny kurek *a*, zaś między manometrem a komorą wyrównawczą—kurek *b*. Podczas ruchu pompki powinien być conajmniej jeden z tych kurków (lepiej oba) zamknięty, w przeciwnym razie uległaby nafta z monometru wessaniu do komory oddechowej. Celem odczytania manometru ustawia się rtęć w pompee na górnej kresce *E*, poczem otwiera się, próbując ostrożnie, najpierw jeden kurek, potem drugi. Jeśli szybki ruch cieczy w manometrze wykazuje zbyt dużą różnicę ciśnień, w takim razie dodajemy z biurety 10 cm³ tlenu, a potem dopiero otwieramy kurek zupełnie. Należy strzec się, by nie puścić w ruch pompki przed przekonaniem się, że kurki *a* i *b* są zamknięte.

Naczynia pochłaniające są zaopatrzone w kurki trójdrożne. Przy ustawieniu, jak na rys. 1 i w naczyniu *M* na rys. 2, powietrze przechodzi przez masy pochłaniające. Po obrocie kurków o 90° (jak naczynko *N* na rys. 2), powietrze przechodzi wprost rurką *D*, nie wchodząc zupełnie do samego naczynia.

Chcąc wyrównać ciśnienie wszystkich części aparatu z ciśnieniem atmosferycznym, należy otworzyć kurki *b*, *c* i *f*, ustawić kurki naczyń pochłaniających, jak na rys. 1, wreszcie odpowiednio ustawić kurki *a* i *e*.

Krażenie powietrza utrzymuje pompa rtęciowa łącznie z dwoma zaworami. Pompka jest poprostu pipetą i mieści między dwoma znakami 40 cm³. Do poruszenia rtęci służy specjalne urządzenie (p. niżej). Zawory (według STOCKA) są to płytki z gąbczastego szkła (wyrób SCHOTTA z Jeny), nr. ziarna 3—5, średnica 20 mm, przykryte warstwą rtęci grubości 2—4 mm. Zawory te, zastosowane do tego celu za radą prof. PARNASA, spełniają swe zadanie wprost idealnie. Jako główne ich zalety mogą przytoczyć: minimalny opór, brak przestrzeni szkodliwej i — jak dotąd przytaczają kilkunastodniowem działaniu bez przerwy — absolutną niezawodność.

Podobna pewność w użyciu przy zupełnej prostocie urządzenia cechuje również motor, służący nam do poruszania rtęci w pompee. Przyrząd ten, którego pomysł zawdzięczam również prof. PARNASOWI, jest zwyczajną wagą pracownianą. Na jednym ramieniu wisi naczynie poziomowe z rtęcią, połączone węzem gumowym z dolnym końcem pompki, na drugim stoi flaszka florentyńska o szerokiem ujściu. Do flaszki tej wpływa górną stałą strumień wody. Kiedy poziom wody dojdzie do wysokości zgięcia lewara, naczynie wypróżnia się w ciągu kilku sekund. Obydwa talerze wagi są tak starowane, by flaszka próżna szkła w górę,

napelniona zaś opadała. Naczynie poziomowe wykonywa równocześnie ruchy w przeciwnym kierunku, przez co rtęć porusza się w pompce w górę i nadół. Przy odpowiednim obciążeniu i ograniczeniu wychyleń wagi ruch rtęci odbywa się mocą bezwładności i tarcia zupełnie jednostajnie, a nie skokami, jakby się wydawało z opisu. W ten sposób otrzymujemy motor, który zużywa na minutę niecały litr wody i — raz wyregulowany — idzie całymi tygodniami.

W tem miejscu chciałbym jeszcze raz podkreślić te cechy, dla których opisany przyrząd specjalnie się nadaje do badań tak trudnych, jak przemiana gazowa podczas przeobrażenia owadów.

1^o. Przyrząd pozwala mierzyć zużycie tlenu już od dwu cm^3 z dokładnością conajmniej 2% całej wartości. Przy 10 cm^3 dokładność wynosi już 0.4 do 0.5%.

2^o. Dokładność ta nie jest przeszkodą przy mierzeniu większych ubytków tlenu: w naszych badaniach dochodziliśmy do 60 cm^3 na dobę, a 300 cm^3 w jednym doświadczeniu.

3^o. Czas trwania doświadczenia może być bardzo rozmaity. Dolną granicę tworzy czas potrzebny na przygotowanie aparatu, jako też intensywność oddychania zwierzęcia. Doświadczenie musi trwać conajmniej kilka godzin i doprowadzić do zużycia conajmniej 2 cm^3 tlenu. Ku górze ograniczać go może względna czystość doprowadzanego tlenu. Dwutygodniowe doświadczenie z poczwarkami wileczomlecza nie dawały jeszcze przy użyciu tlenu kupnego¹⁾ wyraźnych zmian w składzie powietrza aparatu.

4^o. Przyrząd pozwala na oznaczanie zarówno zużycia tlenu, jak i produkcji dwutlenku węgla dwiema drogami—jest więc samokontrolującym.

II. O wymianie gazowej podczas przeobrażenia.

1^o. Nieruchoma, beznoga i bezusta poczwarka czyni na laiku wrażenie czegoś tak mało żywego, jak nasiona roślin. Stąd też zapewne pochodzi określenie rozwoju „utajonego“ dla poczwarek zimujących. Jeszcze dziś niejedyn badacz, pracujący w tej dziedzinie na polu morfologicznym, dowiaduje się ze zdziwieniem, że poczwarka oddycha podobnie jak gąsienica lub motyl. Nawet nowsze stosunkowo prace podnoszą jako rzecz ciekawą, że poczwarka traci na wadze²⁾.

Dane dawniejsze, odnoszące się do oddychania owadów wogóle, a także poczwarek, cytują BATELLI i STERN ('13) i POTONIE ('24). Były to jednak badania dorywcze, nieobejmujące całego stadium poczwarkowego. Dopiero SOSNOWSKI ('03) przeprowadza oznaczenie wydalania dwutlenku węgla przez poczwarki muchy i wykazuje, że wydalanie to zmniejsza się

¹⁾ Sprowadzonego od KAHLBAUMA.

²⁾ SINGH-PRUTHI ('25).

ku środkowi okresu poczwarkowego, wzrasta zaś pod koniec. Podobne wyniki ogłaszają też WEINLAND ('05) i TANGL ('09), również dla much (W. dla *Calliphora vomitoria*, T. dla *Ophyra cadaverina*). WEINLAND pierwszy powiązał kształt tej krzywej z wewnętrznym procesem przeobrażenia, mówiąc o „procesie negatywnym“, dominującym w pierwszej połowie okresu poczwarki, i „pozytywnym“, który później bierze górę (histoliza i histogeneza). TANGL zaś podkreśla, że przemiana materji w stadium poczwarki stanowi minimum w życiu owada, i uważa ten punkt za najważniejszy ze stanowiska fizjologii.

Po kilkuletniej przerwie powraca do tej sprawy KROGH ('11), wprowadzając jednak ważne zmiany w sposobie badania. Stosując swój mikrorespirometr ('14), oznacza już nie tylko produkcję dwutlenku węgla, ale i zużycie tlenu. Znaczenie tego postępu metody wynika np. stąd, że BATAILLON ('92) nie uważał zmniejszania się wydalania dwutlenku węgla za objaw zmniejszania się przemiany materji: uważał, że gaz ten gromadzi się wewnątrz ciała i na tem nawet oparł swą teorię przeobrażenia. Drugi postęp polegał na tem, że KROGH badał poszczególne poczwarki osobno, tak że wyniki zarysowały się ostrzej, niż w badaniach masowych. KROGH dochodzi do przekonania, że wielkość przemiany materji jest w każdej chwili proporcjonalna do ilości „materji zorganizowanej“, że histoliza wpływa zatem na zmniejszenie przemiany, histogeneza—na jej zwiększenie. To zdanie KROGHA, podane w formie przypuszczenia, przyjmuje, jak się zdaje, w ostatnich czasach FINK ('25) za pewnik, skoro na podstawie krzywych zużycia tlenu wygłasza sądy o przebiegu histolizy.

Dzięki zastosowaniu odpowiedniego przyrządu oddechowego mogliśmy rozszerzyć badania także na okres przedpoczwarkowy oraz na samo zapoczwarczenie. Zmieniając więc nieco porządek chronologiczny badań, zaczniemy opis od tego okresu, jako wcześniejszego w życiu motyla.

2°. Dorosłe gąsienice w pewnej chwili zaprzestają pobierania pokarmu i zaczynają biegać gwałtownie, jakby szukając sobie odpowiedniego miejsca, i to, zależnie od temperatury, przez czas od 24 do 72 godzin. Brak nam narazie wytłumaczenia tego zjawiska, nie idzie tu jednak o szukanie miejsca na zapoczwarczenie, bo np. w aparacie oddechowym odbywa się to bez zmiany miejsca, jak w kole deptakowem. Podobnie pisze i TANGL ('09) o larwach muchy¹⁾. BISHOP ('23) rozwija nawet na podsta-

1) „Die Fliegenlarven machten während der ganzen Hungerperiode bis auf den letzten Tag sehr lebhaft Bewegungen, die Larvenhaufen in der Porzellanschale wimmelten und wogten beständig und von der Intensität der Wärmebildung konnte man sich in der einfachsten Weise mit dem Thermometer überzeugen: die Temperatur in der Larvenmasse überstieg stets um etwa 2° die Zimmertemperatur. Erst am letzten Tage wurden die Bewegungen der Larven schwächer, bis sie dann schliesslich ganz unbeweglich wurden“ (str. 71 — 72).

wie oznaczeń stężenia jonów wodorowych u pszczoły teorię, że ten ruch, który uważa za fizjologiczny odpowiednik przędzenia, prowadzi do zwiększenia kwasowości krwi. To znów ma umożliwiać (według BRADLEY'A) działanie zaczynu autolitycznego, który rozbija białko. Inny znów zaczyn miałby już niezależnie od stężenia jonów wodorowych rozkładać te fragmenty cząsteczki białkowej na wolne kwasy aminowe.

Przeciw tej teorii, a przynajmniej przeciw jej rozszerzaniu na inne owady, przemawiają badania moje własne ('24) i GLASERA ('25). Oznaczając bowiem obok azotu całkowitego azot aminowy (metodą azotynową VAN SLYKE'A) w wyciągu wodnym z rozartych poczwarek, mogłem stwierdzić, że odsetek tego azotu nie wykazuje wyraźnego zwiększenia z postępem histolizy. Przemawia to przeciw tak często spotykanemu łączeniu pojęcia histolizy z pojęciem proteolizy.

GLASER ('25) oznaczał stężenie jonów wodorowych w hemolimfie 5 gatunków owadów (w tem — dwu gatunków motyli) w różnych okresach i stwierdził brak zależności tego stężenia od wieku lub stadium przeobrażenia.

Po ustaniu ruchów przybiera gąsienica powoli kształt wrzecionowaty, rysunek skóry zanika, przechodząc w ton brudnoczarny. Zrazu napięcie tkanek jest zmniejszone, potem, w miarę kurczenia się gąsienicy, powraca. Po kilku dniach (zależnie od temperatury) pęka skóra od karku wzdłuż grzbietu i poczwarka — na razie miękka i zielona — wydostaje się z osłony. Po 20 — 40 godzinach skorupka poczwarki ciemnieje i twardnieje ¹⁾.

Poniżej przytaczamy wyniki trzech doświadczeń, obejmujących ten okres i wykonanych w latach 1925 i 1926.

Doświadczenie A 1: Gąsienica waży 5.380 g, poczwarka 3.507 g; czas trwania zapoczwarczenia: 10 dni w 20.5°. Zużycie tlenu: 217.7 cm³, wydalanie dwutlenku węgla: 189.0 cm³. Utrata wody: 1.914 g. Iloraz oddechowy: 0.869²⁾.

Doświadczenie A 2 przytaczam w całości, jako specjalnie udadne,

¹⁾ DEWITZ ('04) wykazuje, że te same czynniki, które powstrzymują to twardnienie i czernienie, stosowane wcześniej, wstrzymują zapoczwarczenie. Na tej zasadzie przypuszcza, że czynnik, wywołujący czernienie skorupy, jest równocześnie przyczyną przeobrażenia.

²⁾ Objętości gazowe podano po przeliczeniu na 0°, ciśnienie 760 mm Hg i suchość.

t. j. wykazujące największą zgodność z kontrolą wagową oznaczeń objętościowych wymiany.

Doświadczenie A 2: Gąsienica waży 6.050 g; poczwarka: 3.450 g. Trwanie dośw.: 12 dni. Temperatura: 19.0°. Średni stan barometru: 735 mm. Współczynnik redukcyjny: 0.885.

Dzień	Zużycie tlenu cm ³	Wydalenie CO ₂ cm ³	Iloraz oddechowy	Zużycie tlenu na kg/godz. cm ³	Uwaga	
1	61.0	56.8	0.932	535.0	292 mg wody	
2	37.0	30.9	0.836	324.0	Gąsienica biega 754.5 mg wody	
3	37.2	32.4	0.870	326.0		
4	48.2	41.0	0.850	422.0		
5	10.6	8.4	0.79	93.0	Prze- dzie	1433 mg wody
6	11.2	8.2	0.73	98.4		
7	10.8	8.0	0.74	94.7	Nieru- choma	
8	12.8	9.5	0.74	112.0		
9	9.0	?	?	79.0		
10	36.7	32.1	0.875	322.0	z a p o c z w a r c z a s i ę	
11	24.1	20.8	0.86	211.0		
12						

Doświadczenie B 15: Gąsienica waży 5.136 g, poczwarka 3.384 g. Czas trwania: 13 dni w 18°. Zużycie tlenu: 230 cm³, wydalenie dwutlenku węgla: 202 cm³, iloraz oddechowy: 0.876, utrata wody: 1672 g.

W całym zjawisku zapoczwarczenia wyróżnić możemy trzy okresy, które zaznaczają się wyraźnie w doświadczeniu A 2. W pierwszym okresie gąsienica biega, zużycie tlenu wynosi około 40 cm³ na dobę, a iloraz oddechowy—około 0.88. W drugim okresie gąsienica nie rusza się z miejsca, od czasu do czasu przeciąga w swym sąsiedztwie nitkę, z czego po kilku dniach powstaje luźny i przezroczysty oprzęd. W tym czasie zużycie tlenu waha się około 10 cm³ na dobę, przy ilorazie 0.76. Wreszcie na 2—3 dni przed zapoczwarczeniem wzrasta zużycie tlenu (przeciętnie) na — 24 cm³, a iloraz oddechowy — na 0.87.

Równocześnie odbywa się gwałtowne wywiązywanie pary wodnej. W pierwszych dniach, kiedy gąsienica biega nieustannie, codzienne oddawanie pary wodnej wynosi przeciętnie 262 mg. Najgwałtowniej jednak wydziela się woda w następnym okresie, kiedy ściany komory oddechowej pokrywają się kropelkami wody, mimo ciągłego, dniem i nocą, przepuszczania suchego powietrza. Z tego też powodu nie można oznaczyć ilości wydalonej wody, aż po osuszeniu, t. j. po zapoczwarczeniu. W tym czasie wyniosła produkcja wody dla A 2 w ciągu 7 dni: 1.433 mg, t. j. po 205 mg dziennie, prawdopodobnie znacznie więcej

w dniach środkowych, mniej w końcowych. Po zrzućeniu skórkę znów wzrasta chwilowo wilgotność komory skutkiem parowania płynu wylinkowego. Po zapoczwarczeniu spada wydalanie wody do niewielu miligramów dziennie, również szybko spada zużycie tlenu.

Trzeba jeszcze przeliczyć wartości z powyższych doświadczeń na jednostkę wagi. Zasadniczo należałoby przyjąć jako podstawę ciężar poczwarki świeżo utworzonej, ponieważ w tym właśnie momencie wykazują one największą zgodność składu chemicznego. Tak n. p. (КОРЕС '21) małe poczwarki, otrzymane z głodzonych gąsienic, wykazują mniejszy ciężar, ale taki sam skład tkanek, co duże. Jest to—że użyjemy metafory—moment startu, kiedy wszyscy współzawodnicy winni mieć jednakowe w przybliżeniu warunki. W tym momencie życia gąsienicy i poczwarki sama natura przeprowadza standaryzację. Stąd chwila zapoczwarczenia nadaje się specjalnie dla charakterystyki danej jednostki, i waga w chwili zapoczwarczenia może służyć w okresie poczwarkowym—co zresztą niżej znajdzie dalsze uzasadnienie—jako podstawa do przeliczania zużycia tlenu na jednostkę wagi.

W tym jednak przypadku musimy odstąpić od tej reguły i uwzględnić także wagę gąsienicy z początkiem doświadczenia. Trudno bowiem uchwycić moment, kiedy gąsienica przestaje jeść i rozpoczyna swe zapoczwarczenie. Im później zaś weźmiemy gąsienicę do doświadczenia, tem mniej zużyje tlenu. Dla wyrównania tego błędu musimy uwzględnić także ciężar początkowy gąsienicy i przeliczać zużycie tlenu na ciężar przeciętny, t. j. pół ciężaru gąsienicy plus pół ciężaru poczwarki.

Przy takim przeliczeniu otrzymujemy dla podanych wyżej doświadczeń wartości: A 1:49.5, A 2:54.5, B 15:54.9 litrów na 1 kg za cały czas, czyli wzgl.: 206, 189, 176, przeciętnie 189 cm³ tlenu na 1 kg i 1 godzinę.

Przeciętne zużycie tlenu za cały czas w tych trzech doświadczeniach jest równe 52.7 litrów, przy średnim ilorazie oddechowym: 0.870.

Przytoczę jeszcze doświadczenie A 5 dla wykazania, że nawet odbiegające od przeciętnej wyniki—jeśli pochodzą z doświadczeń technicznie zadawalających—dadzą się jasno interpretować.

Doświadczenie A 5: Gąsienica waży: 4.738 g, poczwarka: 3.203 g. Czas trwania: 7 dni w 22°. Zużycie tlenu: 135 cm³, t. j. 34 l na kg wagi średniej.

Jest to wynik bardzo różny od średniej wyżej podanej. Jeśli jednak uwzględnimy, że waga gąsienicy w tem doświadczeniu wynosi 147% wagi poczwarki, wobec 154,8% przeciętnie, dalej, że czas zapoczwarczenia wynosił w temp. 22° przeciętnie 8.5 dnia, tu zaś 7 dni, to różnica ta wytłumaczy się poprostu zbyt późnem zaczęciem doświadczenia.

W jednym przypadku, u gąs. 139, zacząłem mierzenie zużycia tlenu metodą manometryczną przed zapoczwarczeniem, z chwilą, gdy przybrała kształt wrzecionowaty i zaprzestała ruchów. Wyniki podaje poniższe zestawienie.

Dzień przed zapoczwarczeniem	Temperatura	Zużycie tlenu w cm ³ na kg/godz.
2	23.0°	189.0
1	21.6°	270.0
Dzień zapoczwarczenia	21.9°	197.0

3°. Okres poczwarki.

Po stwardnieniu i ściemnieniu skorupki staje się poczwarka coraz mniej ruchliwa, a pomiary zużycia tlenu wykazują szybkie jego zmniejszanie. Po osiągnięciu minimum zaczyna się wzrost ponowny. Pod tym względem nie różnią się stosunki u poczwarki motyli od wspomnianych wyżej wyników u much i u mącznika.

Poniżej zbierzemy wyniki, odnoszące się do przemiany materji w okresie poczwarki u następujących motyli:

- a) *Deilephila euphorbiae*, rozwój przewlekły¹⁾ (z zimowaniem),
- b) *Deilephila euphorbiae*, rozwój doraźny¹⁾ (bez zimowania),
- c) *Argynnis paphia*.
- d) *Pyrameis atalanta*.

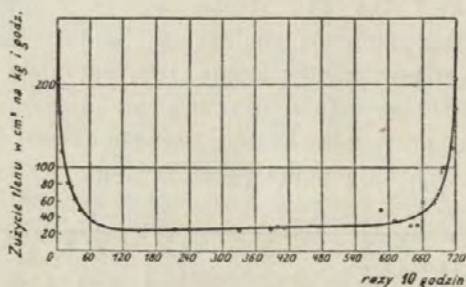
- a) *Deilephila euphorbiae*, rozwój przewlekły (rys. 3).

Doświadczenia odnośnie wykonano opisaną powyżej metodą manometryczną w 18°. Podzielimy je na trzy grupy, odpowiadające okresowi malejącego zużycia tlenu, dalej okresowi minimum, a wreszcie wzrastającego zużycia. W tej ostatniej grupie pomieścimy zarazem wartości, otrzymane w tym okresie przy pomocy własnego aparatu oddechowego.

¹⁾ Nie znalazłem w piśmiennictwie polskiem odpowiedników terminów niemieckich: 1) „Subitane Entwicklung“ i 2) „latente Entwicklung“. Od-dają je przez 1) rozwój doraźny, 2) rozwój przewlekły.

Grupa 1-a. Zużycie tlenu na kg wagi początkowej poczwarek i gozinię w pierwszych tygodniach po zapoczwarczeniu podaje tabela I.

Wartości, podane w tej tabeli, wykazują silny spadek zużycia tlenu począwszy od zapoczwarczenia.



Rys. 3.

Grupa 2-ga obejmuje poczwarki w wieku od 40 dni po zapoczwarczeniu do 25 dni przed wylęgnięciem. Wyniki doświadczeń podaje tabela II.

Tabela I.

Zużycie tlenu w cm^3 na kg i godz .
Sauerstoffverbrauch in ccm per Kg/St.

Dni po zapoczwarcz. Tage nach d. Verpupp.	Poczwarka. Puppe:						
	r	6	28	34	48	49	80
1	196.0	—	—	—	—	—	135.0
2	—	—	—	—	—	—	108.0
3	103.4	—	—	—	—	—	—
5	77.0	—	—	—	—	—	—
7	53.2	—	—	—	—	—	—
8	—	—	—	—	—	38.0	—
9	43.8	—	—	—	57.2	—	—
11	43.7	—	—	—	55.5	—	—
12	—	18.5	22.6	—	—	—	—
14	38.6	—	—	—	36.5	—	—
16	—	—	—	12.5	—	—	—
17	—	15.7	—	—	—	—	—
18	33.2	—	—	—	26.8	—	—

Tabela II.

Temp. = 18°.

Poczwarka № Puppe №	Wiek dni Alter Tage	Zużycie tlenu cm^3 kg/godz . Sauerst.-Verbr. ccm . per Kg/St.
26	140	14.4
29	162	14.7
45	165	16.6
24	172	16.9
45	192	17.6
24	243	29.8
50	266	17.7
46	267	23.1
45	271	18.5
49	275	36.6

Grupa 3-a. Zużycie tlenu przed wylęgnięciem podaje na podstawie szeregu doświadczeń manometrycznych tabela III.

Przy pomocy aparatu wykonaliśmy następujące pomiary:

1°. Poczwarki nr. 11 do 20, w wieku 40—43 dni, w temperaturze 12° zużywają 3.4 cm^3 tlenu.

Tabela III.

Zużycie tlenu przed wylęgnięciem w cm^3 na $\text{kg}/\text{godz.}$
Sauerstoffverbrauch vor d. Ausschlüpfen ccm. per Kg/St.

Przed wyl. dni Vor d. Auschl. Tage Poczw. Puppe.	13	9	8	7	5	3	1
14	—	—	—	—	—	95.3	—
15	—	57.2	—	—	—	123.4	—
17	—	—	—	—	80.0	—	—
23	—	—	—	—	—	86.6	131.5
24	—	—	—	80.0	—	—	—
43	—	—	—	—	—	79.3	—
44	41.0	—	—	—	—	—	—
64	—	—	—	—	—	117.0	—
78	—	—	63.0	—	—	—	—
85	—	—	—	—	—	—	129.0

2^o. Poczwarka nr. 373, zimująca, poczwąwszy od 10 dnia przed wylęgnięciem. Wyniki podaje poniższe zestawienie:

Poczwarka 373, zimująca; waga początkowa: 3.111 g; 7. V waży:
 2.487 g. Temp.: 20°; średni stan barom.: 733 mm Hg.

10 dni przed wyl.	4.9 cm^3	59.0 kg/g
9 i 8 " " "	6.4 " "	76.0 " "
7 " " "	8.2 " "	98.2 " "
6 " " "	9.15 " "	110.0 " "
5 i 4 " " "	10.1 " "	121.0 " "
3, 2 i 1 " " "	14.1 " "	169.0 " "

b) *Deilephila euphorbiae*, rozwój doraźny.

Rozwój doraźny trwa u wileczomlecza w temp. 22^o—21 dni. W tym okresie wykonałem 34 doświadczenia metodą manometryczną, których wyniki po przeliczeniu na kg i godzinę podaje tabela IV i rys. 4.

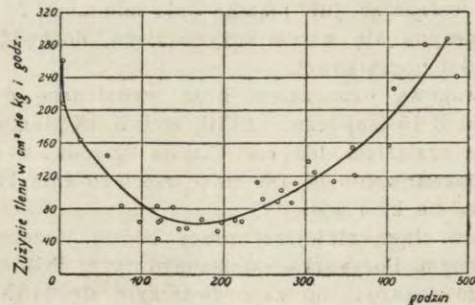
Widzimy, że cały przebieg jest podobny do przewlekłego, tylko czas o wiele krótszy. Początkowa wartość około 250 cm^3 na $\text{kg}/\text{godz.}$ maleje szybko, osiągając już piątego dnia minimum: 50—60 cm^3 ; około ósmego dnia zaczyna się wzrost zużycia tlenu, dochodzący w dniu wylęgnięcia do wartości początkowej.

Metodą wagową oznaczałem ilość wydalonego dwutlenku węgla w doświadczeniu B 15 (zapoczw. 12.VIII, wyl. 5. IX., temp. 20.5^o). W dniu zapoczwarczenia znalazłem 166 cm^3 CO_2 na $\text{kg}/\text{godz.}$, w dwu pierwszych dniach po zapoczwarczeniu po 181 cm^3 , trzeciego dnia 172 cm^3 , wreszcie czwartego 99 cm^3 na kg i godz.

W dalszym ciągu niniejszej pracy będzie jeszcze mowa o t. zw. rozwoju opóźnionym. Poczwarka z opisanego wyżej doświadczenia A 2 daje przykład takiego rozwoju, bo zapoczwarczyła się 11.IX, a motyla dała 26.XI, więc prawie po 11 tygodniach. Temperatura wynosiła w pierwszych

Tabela IV.

№	Poczw. № <i>Puppe</i>	Godz. po zapoczw. <i>Stunden nach der Verpuppung</i>	Strata wagi	Zużycie tle- nu cm ³	Pleć <i>Geschlecht</i>
			<i>Gewichts- verlust</i>	<i>Sauerstoff- verbrauch</i>	
			%		
1	123	2	0	262.0	♀
2	139	2	0	209.0	♀
3	123	24	1.0	164.0	♀
4	123	58	1.5	145.0	♀
5	139	75	1.7	83.0	♀
6	149	98	2.0	63.3	♀
7	153	118	3.7	82.5	♀
8	123	120	2.6	53.6	♀
9	149	120	3.0	62.7	♀
10	139	121	2.7	64.0	♀
11	153	138	4.7	80.5	♀
12	123	145	3.1	55.7	♀
13	139	150	3.7	56.2	♀
14	103	172	3.0	69.0	♀
15	123	191	4.7	53.0	♀
16	135	194	3.9	62.8	♀
17	153	213	7.6	67.0	♀
18	123	222	6.5	64.8	♀
19	153	240	9.6	116.0	♀
20	103	245	4.6	95.0	♀
21	168	264	4.9	90.0	♀
22	164	268	5.4	101.0	♀
23	123	282	9.7	86.5	♀
24	164	288	5.2	115.0	♀
25	102	304	5.9	139.0	♀
26	157	312	5.6	124.8	♀
27	139	336	10.3	117.2	♀
28	103	359	10.0	156.0	♀
29	155	360	7.2	120.0	♀
30	123	402	15.5	158.0	♀
31	153	408	23.0	226.0	♀
32	153	446	28.7	280.0	♀
33	123	474	22.4	289.0	♀
34	107	484	9.0	240.0	♀



Rys. 4.

tygodniach 19.5°, potem obniżała się stopniowo do 16°. Poniżej podajemy zużycie tlenu w aparacie oddechowym przez pierwsze tygodnie:

Dalszy ciąg doświadczenia A 2 (por. str. 241).

	Zużycie tlenu w cm ³	
	na dobę	na kg i godz.
W dniu zapoczw.	24.1	262.0
1 dzień po	12.5	136.0
2 " "	12.2	133.0
3 " "	10.0	109.0
5 " "	10.7	118.0
8 " "	12.0	131.0
9 " "	4.8	52.5
13 " "	4.3	47.0
16 " "	4.9	53.2

Razem 141.4 cm³ tlenu, red. 127.5 cm³.

Dwutlenek węgla: 206 mg, 104.5 cm³.

Iloraz oddechowy 0.82.

Podobny przebieg wykazuje doświadczenie A 5:

Doświadczenie A 5. Poczwarka: 3.213 g

	Zużycie tlenu w cm ³	
	na dobę	na kg i godz.
W dniu zapoczwarczenia:	17.9	203.5
1 dzień po zapoczw.	12.9	146.0
2 " " "	12.0	136.0
3—5 dni " "	12.1	137.5
6—9 " " "	6.65	75.3
10 dzień " "	5.7	60.0
11—13 dni " "	2.56	29.0
14—20 " " "	2.8	31.0
21—32 " " "	3.4	38.6

Razem 148.2 cm³, red. 130 cm³; CO₂: 201 mg — 101 cm³.

Iloraz oddechowy: 0.784.

c) Doświadczenia z dostojką (*Argynnis paphia*).

Dostojka pafja zimuje jako gąsienica i zapoczwarcza się w maju, zaś motyl lata w lipcu i sierpniu. Zapoczwarczenie odbywa się podobnie, jak u rusalek. Dorosła gąsienica przyczepia się do dolnej strony liścia lub gałązki swym końcem odwłokowym, umacniając się jeszcze przy pomocy małego ale gęstego oprzędu i podginając głowę ku górze. Po paru dniach zrzuca skórkę gąsieniczą i pojawia się, wisząc głową nadół, jako poczwarka. Już w tym okresie wykazuje ona piękne plamy zielono-srebrzyste, które tak zdobią motyle tej grupy.

Dn. 31 maja 1925 znalazłem kilka gąsienic już uczepionych do zapoczwarczenia. Uciąwszy gałązki z obu stron miejsc uczepienia, miałem

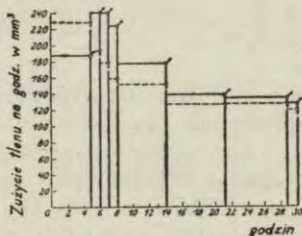
gąsienice na małej poprzeczce, którą mogłem przy pomocy cienkiego drucika dowolnie zawieszać. Dwie gąsienice posłużyły mi do serii doświadczeń manometrycznych. Złożyło się szczęśliwie, że jedna z nich była samcem, druga samicą. (Samiec wyróżnia się jako motyl czarnem opyleniem żeberek skrzydłowych). Temperatura wynosiła przez cały czas doświadczenia 20°.

Poniżej zestawiam wyniki doświadczeń. Pierwsze, podczas którego nastąpiło zapoczwarczenie, przytaczam w całości: tab. V, rys. 5.

Tabela V.
Zapoczwarczenie. *Die Verpuppung.*

Dzień Tag	Godz. Zeit	Zużycie tlenu w mm ³				Uwaga Bemerkung <i>t = 20°</i>
		♂	♀	♂	♀	
				na godzinę pro Std.		
1 VI.	14 ^h 30'	—	—	—	—	♀ zapoczw. <i>verpuppt.</i>
1 VI.	19 30	940.0	1150.0	188.0	230.0	
1 VI.	20 30	238.0	191.0	238.0	191.0	♂ zapoczw. <i>verpuppt.</i>
1 VI.	21 30	240.0	178.0	240.0	178.0	
1 VI.	22 30	222.0	158.0	222.0	158.0	
2 VI.	4 30	1059.0	919.0	176.5	153.0	
2 VI.	9 00	—	—	—	—	
2 VI.	11 30	345.0	138.0	138.0	127.0	
2 VI.	19 30	1079.0	135.0	135.0	128.0	
2 VI.	20 30	128.0	128.0	128.0	119.0	

Wartości są w całej tej serii podane w mm³ na godz. i osobnika, bo, nie ważąc poczwerek, nie mogłem przeliczać na jednostkę wagi. Z tabeli widzimy, że samica zapoczwarczyła się przed pierwszym odczytaniem manometru, samiec 8—10 godzin później. Stąd wartości dla samicy mają odrazu tendencję malejącą, dla samca najpierw wzrastają, potem opadają.



Rys. 5.

Tabela VI daje przegląd wyników 16 doświadczeń, przyczem dla dłuższych doświadczeń podaję wartość początkową i końcową. Są to wyciągi z protokółów, które dla każdego doświadczenia wyglądają podob-

nie, jak tabela V lub VII. Kształt krzywej (rys. 6, punkty) jest dla obu osobników ten sam, podobny, jak dla wilczomlecza o rozwoju doraźnym. Cała krzywa dla samicy jest nieco przesunięta w prawo względem krzywej dla samca, odpowiednio do wcześniejszego zapoczwarczenia.

Tabela VI.

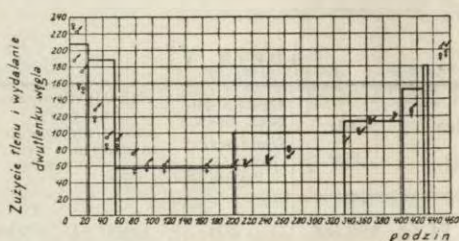
Dzień Tag	Godz. Zeit	Godzin od pocz. dośw. <i>Stunden seit Versuchs- beginn</i>	Zużycie tlenu mm ³ na godz. <i>Sauerstoffverbrauch in cmm pro Stunde</i>	
			♂	♀
1. VI.	19 ^h 30'	5.0	188.0	230.0
1. VI.	22 30	8.0	222.0	158.0
2. VI.	4 30	14.0	176.5	153.0
2. VI.	20 30	30.0	128.0	119.0
3. VI.	10 30	44.0	95.0	88.0
3. VI.	23 00	56.5	92.0	86.0
4. VI.	19 30	77.0	75.0	56.0
5. VI.	10 30	92.0	61.0	60.0
6. VI.	9 30	114.5	60.0	62.0
8. VI.	11 00	164.5	60.0	63.0
9. VI.	19 30	197.0	61.0	61.5
10. VI.	8 00	209.5	61.0	65.0
11. VI.	13 00	238.5	64.0	67.0
12. VI.	15 00	264.5	71.0	83.0
14. VI.	22 30	332.0	92.0	95.0
16. VI.	6 00	351.5	99.0	103.5
16. VI.	18 00	363.5	111.0	115.0
17. VI.	23 00	391.5	113.0	122.0
18. VI.	21 00	413.0	125.5	125.0
20. VI.	8 00	448.0	201.0	193.0
20. VI.	11 30	451.5	204.0	197.5
20. VI.	16 45	obie poczwarki wylęły się <i>Beide Puppen ausgeschlüpft.</i>		

Wreszcie tabela VII podaje ostatnie doświadczenie tej serji, podczas którego oba motyle się wylęły. Samego wyklucia się nie obserwowałem; oba motyle wylęły się w tym samym okresie między dwoma

Tabela VII.

Dzień Tag	Godz. Zeit	Zużycie tlenu w mm ³ <i>Sauerstoffverbrauch in cmm</i>			
		♂	♀	na godz. <i>pro Std.</i>	
				♂	♀
20. VI.	12 ^h 00'	—	—	—	—
20. VI.	13 00	180.0	173.0	180.0	173.0
20. VI.	16 45	1080.0	1100.0	291.0	294.0
20. VI.	17 15	164.5	121.5	329.0	243.0
20. VI.	17 30	61.5	55.2	246.0	225.0

odczytaniemi manometru, trwającym 3.75 godz., prawdopodobnie samica nieco wcześniej, niż samiec. Świadczy o tem wcześniejszy u niej spadek wartości zużycia tlenu.



Rys. 6.

Dwa inne osobniki posłużyły do doświadczeń, w których oznaczałem wydalenie dwutlenku węgla metodą wagową, a pośrednio zużycie tlenu. Doświadczenie to rozpocząłem 1.VI.1925, a więc równocześnie z poprzednią serją, zaś motyl wylął się 19.VI. Przebieg doświadczenia, które prowadziłem w temp. 19°, wynika z tabeli VIII i rys. 6 (prostokąty).

Tabela VIII.

Dzień Tag.	Godz. Zeit	Godz. od pocz. dośw. Stunden vom Ver- suchsbeginn	Produkcja CO ₂ Kohlensäureabgabe		
			mg	cm ³	cm ³ na godz. cmm pro Stunde
2. VI.	11 ^h 00'	22	9.0	4.58	208.0
3. VI.	20 00	55	12.5	6.36	192.5
9. VI.	19 00	198	16.5	8.41	58.9
15. VI.	12 00	330	26.0	13.2	100.0
18. VI.	12 00	402	16.0	8.14	113.0
19. VI.	11 00	425	7.0	3.56	154.5
19. VI.	18 00	432	2.5	1.27	182.0

Zapoczw. 2.VI. o godz. 8-ej. Wyl. 19.VI. o godz. 13-ej. Gąs. waży 676 mg, motyl świeżo wyl. 273 mg. Wylinka gąs. 4 mg, poczwarcza 6 mg. Strata wody: 186.0 mg. Prod. CO₂: 89.5 mg - 45.52 cm³. Ubytek wagi komory odd. z poczw. 203 mg. Stąd zużycie tlenu: 92.5 mg - 64.7 cm³. Iloraz oddechowy: 0.705.

Widzimy, że zużycie tlenu w doświadczeniu poprzednim i wydalenie dwutlenku węgla w tem doświadczeniu wykazują przebieg podobny.

Wreszcie w ostatniem doświadczeniu wziąłem do badania poczwarkę wagi 506 mg krótko przed wylęgnięciem. W temperaturze 20° wylął się motyl, samiec, po 24.5 godzinach. Produkcją dwutlenku węgla wynosiła 7.5 mg, czyli 3.82 cm³, t. j. 156 mm³ na godzinę. Motyl posłużył w dalszym ciągu do doświadczenia oddechowego B 13 (patrz niżej str.: 253).

Po przeliczeniu na 1 kg wagi początkowej poczwarki (6 poczwarek waży 3.480 g, czyli jedna 580 mg) otrzymujemy następujące wartości dla temperatury 20°:

Przeciętna waga początkowa poczwarki: 580 mg

" " " motyla: 270 "

" " końcowa motyla: 130 "

" " motyla średnia: 200 "

Zużycie tlenu w cm^3 na kg wagi początk. poczw. i godz.:

1. Podczas zapoczwarczenia: 398.0

2. 24 godz. po zapoczwarczeniu: 270.0

3. 80 " " " (minimum): 100.0

4. Podczas wylęgania motyla: 508.0

5. Podczas całego okresu: 186.0

Całkowite zużycie tlenu na kg wagi początkowej poczwarki za cały okres: 80.5 litrów.

Wydalenie dwutlenku węgla świeżo wylęgłego motyla:

na godz. i kg wagi początk. poczwarki: 270.0 cm^3

na godz. i kg wagi początk. motyla: 577.0 "

Wydalenie przeciętne w ciągu całego życia motyla:

na godzinę: 0.082 cm^3

na godz. i na kg wagi średniej motyla 415.0 "

Całkowita produkcja CO_2 w ciągu życia mot.: 12.7 "

" " " na kg: 63.6 litra

Dla *Argynnis* dostajemy więc wartości prawie dwukrotnie wyższe, niż dla *Deilephila* przy rozwoju doraźnym. Do tej sprawy wrócimy jeszcze niżej (rozdział V).

d) Okres poczwarki u admirała (*Pyrameis atalanta*).

Gąsienica admirała zapoczwarcza się w osłonce, sporządzonej z listków pokrzywy, spojonych nitkami oprzędu. Wewnątrz zawisa, podobnie jak pafja, i przepoczwarcza się w ciągu 30—40 godzin. Okres poczwarki trwa znacznie

Tabela IX.

Admirał (*Pyrameis atalanta*).

Dzień Tag	Zużycie tlenu w cm^3 <i>Sauerstoffverbrauch in ccm.</i>		
	na dobę <i>per 24 St.</i>	na kg/godz. <i>per Kg/St.</i>	U w a g a <i>B e m e r k u n g</i>
1.	7.11	416	{ Zapoczwarcz. <i>Verpuppt</i>
2.	8.66	507	
3.	?	?	
4.	6.9	404	
5.	2.5	146	
6. }	3.08	180	{ Odczytanie co drugi dzień <i>Ablesung jeden zweiten Tag</i>
7. }	3.08	180	
8. }	4.45	260	
9. }	4.45	260	
10.	6.12	358	{ Wylęła się <i>Ausgeschlüpft</i>
11.	6.55	382	
12.	6.9	404	

krócej, niż u poprzednich gatunków. W naszych doświadczeniach, które odbywały się w temperaturze przeciętnej 21.5° (21—22°), trwał 10 dni.

Wykonałem jedną serję oznaczeń metodą manometryczną i jedno doświadczenie w aparacie oddechowym.

Doświadczenie w aparacie przedstawia tabela IX.

Nieliczne doświadczenia metodą manometryczną robiłem dorywczo na 4 poczwarkach w temp. 21.5°. W przerwach poczwarki pozostawały w temperaturze pokojowej, wahającej się około 18°. Wyniki zebrałem w tabeli X.

Tabela X.

Admiral (*Pyrameis atalanta*).

Zużycie tlenu w cm³ na godz. i kg wagi począt. poczwarki
Sauerstoffverbr. ccm. per St. und 1 kg Puppenanfangsgewicht

Dzień po zapoczwarczeniu <i>Tag nach d. Verpuppung</i>	1	302
Dzień przed wylęgnięciem <i>Tag vor d. Ausschlüpfen</i>	5	191
"	4	232
"	3	221
"	2	244
"	1	251

Wartości tej tabeli różnią się znacznie od otrzymanych przy pomocy naszego aparatu oddechowego, są mianowicie znacznie niższe. Ponieważ poczwarki pozostawały poza doświadczeniami w warunkach (zwłaszcza temperatury) nie dość dokładnie określonych, musimy na razie powstrzymać się od dyskusji w sprawie tej różnicy.

Powyższe wyniki pozostają w zupełnej zgodności z cytowanymi pracami SOSNOWSKIEGO ('03), WEINLANDA ('05), TANGLA ('09) i KROGHA ('11, '14). Jedyne prace FINKA ('25) przynosi krzywe o innym charakterze, niż nasze. Mianowicie w niektórych przypadkach zaczynają się jego krzywe zużycia tlenu w okresie poczwarkowym od minimum, wykazując następnie stały wzrost. O metodyce swej pracy pisze autor tak niewiele, że trudno ocenić, o ile te wyniki zasługują na zaufanie. W każdym razie dziwnem się wydaje, że autor w jednym dniu znajduje u danej poczwarki iloraz oddechowy raz 0.7, a drugim razem 0.4. Już wyżej wspomniałem, że tak niskie ilorazy uważam za wynik błędnej metodyki. Może i wspomniane krzywe dadzą się odnieść do błędów w stosowaniu metody. Ostatnio TAYLOR ('27) ogłasza z tej

samej pracowni badania nad oddychaniem poczwarek kilku gatunków muchówek i stwierdza, że krzywa zużycia tlenu wykazuje we wszystkich badanych przypadkach kształt litery „U”, podobnie, jak w naszych doświadczeniach.

4^o. Przemiana materji owadu doskonałego.

a) Wilczomleczeek: W aparacie oddechowym wykonałem doświadczenie A 8. Ciężar początkowy poczwarki: 1895 mg, w chwili doświadczenia 1.54 g. Początek doświadczenia: 2.XI; motyl wylęga się 3.XI, ginie 10.XI; temperatura: 21°. Zużycie tlenu: 124.0 cm³, red.: 168.5 cm³. Produkcja dwutlenku węgla: 185.0 mg, t. j. 94.1 cm³. Iloraz oddechowy: 0.866, Czas: 192 godz.; zużycie tlenu na kg/wagi początkowej poczwarki i godzinę: 0.49 cm³.

Dalsze doświadczenia polegały na oznaczeniu wydalania dwutlenku węgla metodą wagową. Wyniki trzech doświadczeń zestawiliśmy poniżej:

Dośw. №	Ćma №	Ciężar poczwarki g	Temperatura °C	Godz.	Wydalanie całkowite	CO ₂ w cm ³ na godz.
B 4	16	3.088	?	240	135.8	0.565
B 5	12	3.398	18	91	40.2	0.442
B 6	15	2.820	19	281	157.5	0.568
A 8	336	1.895	21	192	94.1	0.49
	Razem	11.201		804	427.6	0.531

Wydalanie dwutlenku węgla na kg wagi początkowej poczwarki i na godzinę: 189 cm³.

b) Przemiana materji motyla dostojki pafji: Doświadczenie B 13: W ciągu 154 godzin w 20^o wyniosło wydalanie dwutlenku węgla 25 mg, czyli 12.7 cm³, t. j. 0.0825 cm³ CO₂ na godz., czyli 142 cm³ na kg/godz. Motyl ginie przy wadze 130 mg. Przeciętna waga przy wylęgnięciu wynosi 270 mg, stąd średnia za cały czas 200 mg.

Świeżo wylęgły motyl daje 270 cm³ CO₂ na kg wagi początkowej poczwarki, czyli 577 cm³ na godz. i kg wagi początkowej motyli.

c) Admirał zużył w ciągu pierwszych 48 godzin w temp. 21^o 13.8 cm³ tlenu, czyli 0.287 cm³/godz., t. j. 478 cm³ tlenu na godzinę i kg wagi początkowej poczwarki.

5^o. Przemiana materji u gąsienic.

O wysokości przemiany materji gąsienic motyli znajdujemy tylko nieliczne wzmianki i to przeważnie bez dokładnego określenia wieku i wagi gąsienicy, a czasem nawet i temperatury.

Przytoczę tu, że według REGNAULTA i REISETA ('44) wydała 1 kg gąsienic jedwabnika po drugim linieniu 1.19 g dwutlenku węgla na godzinę, przy końcu wzrostu 0.73—1.31 g (t. j. 606 cm³ w pierwszym, 371—665 cm³ w drugim przypadku).

BATTELLI i STERN ('13) znaleźli u gąsienic jedwabnika na 2 — 3 dni przed przedzeniem zużycie tlenu, wynoszące w temp. 20°: 680 cm³, w temp. 30°: 840 cm³, wreszcie w temp. 40°: 1100 cm³. Wydalanie dwutlenku węgla wynosiło odpowiednio: 620, 780 i 950 cm³; wszystkie wartości przeliczone na 1 kg i 1 godzinę.

W sposób prawie ciągły, choć tylko w przybliżeniu, możemy obliczyć zużycie tlenu gąsienic, opierając się na liczbach KELLNERA ('84). Autor ten wylicza na podstawie analiz, ile i jakie składniki ulegają spalaniu w ciele gąsienicy jedwabnika w czasie wytwarzania się jednego grama substancji suchej. Znając: 1°, przyrost substancji suchej w każdym okresie; 2°, długość okresu w godzinach (wartości te znajdujemy w cytowanej pracy KELLNERA), dalej — 3°, ilość tlenu, potrzebną na spalenie 1 g białka, węglowodanów i tłuszczu, możemy obliczyć zużycie tlenu na kilogram i godzinę.

Tabela XI.

Wartości przeliczone z danych Kellnera.
Auf Grund der Kellner'schen Werte umgerechnet.

Okres: — Periode:	I	II	III	IV	V	
Zużycie tlenu na 1 osobn. <i>Sauerstoffverbr. per Indiv.</i>	1.556	7.35	29.6	83.4	151.1	cm ³
Waga przeciętna <i>Durchschnittl. Gewicht</i>	2.574	15.152	69.81	324.18	1367.13	mg
Zużycie tlenu na kg/godz. <i>Sauerst. verbr. per Kg/St.</i>	3530.0	3200.0	2820.0	1550.0	625.0	cm ³

Obliczenie to podaje tabela XI. Widzimy, że wartości tej tabeli, poza liczbami odnoszącymi się do 5 okresu, są znacznie wyższe, niż wartości podane przez REGNAULTA i REISETA ('44), przewyższają też wartości, otrzymane przez nas u wilczomlecza (p. niżej). Przyczyny tej różnicy należy szukać prawdopodobnie w tem, że w doświadczeniach oddechowych gąsienice są głodzone, odpada więc praca żarcia i przyswajania ogromnych ilości pokarmu.

U wilczomlecza oznaczyłem w kilku przypadkach u młodych gąsienic zużycie tlenu w głodzie w temp. 20°: tab. XII.

Pozatem przytoczę dwa doświadczenia, wykonane przy pomocy manometrów:

Doświadczenie m 149: $t = 20.5^{\circ}$, waga 111 mg, linienie.

- a) gąs. nieruchoma: 2 godz. po 120 cm^3 na kg/godz. ,
 b) 21 godzin, podczas których zrzuca skórkę: 500 cm^3 kg/godz. ,
 c) gąs. prawie nieruchoma: 2 godz. po 224 cm^3 na kg/godz.

Doświadczenie m 153: temp. = 21° , waga 580 mg, linienie.

- a) w ciągu 2 godzin zupełnie nieruchoma: 488 cm^3 kg/godz. ,
 b) po 24 godz., po linieniu, jeszcze prawie nieruchoma: 882 cm^3 kg/godz. ,
 c) po dalszych 24 godzinach, waży 575 mg, ruchliwa: 1715 cm^3 kg/godz.

Tabela XII.

Gąsienica. *Deilephila euphorbiae*. Raup.

Doświad. Experim. №	Waga Gewicht mg	Zużycie tlenu Sauerstoffverbrauch cm^3 na kg/godz. Kg/St.	U w a g a B e m e r k u n g
C. 1	20	1000	ruchliwa bewegt
C. 3	36	670	?
C. 4	28	1215	b. ruchliwa sehr bewegt
C. 6	73	820	ruchliwa bewegt
C. 7	573	795	ruchliwa bewegt
C. 8	745	268	linieje Häutung
C. 9	902	243	po linieniu nach d. Häutung

Streszczając powyższe wyniki, otrzymujemy następujący obraz przemiany materji.

Gąsienica wykazuje największe ze wszystkich stadjów natężenie przemiany — na kg i godz. , ale tylko w pierwszych trzech okresach. W dwu ostatnich nasilenie przemiany maleje, zwłaszcza z chwilą, gdy gąsienica zaprzestaje pobierania pokarmu. Przed samem zapoczwarczeniem występuje przemijające zwiększenie przemiany, zaznaczone wyraźnie tak u wilczomlecza, jak u dostojki i admirała. Po zapoczwarczeniu zużycie tlenu zmniejsza się szybko i stale, dochodząc przed połową całego okresu do minimum. Od tego przebiegu różni się nieco rozwój „opóźniony“ (p. niżej), w czasie którego przemiana trzyma się przez czas pewien na dość wysokim poziomie i spada nagle prawie do minimum.

Po osiągnięciu minimum trwa zmniejszona przemiana przez pewien czas i to tem dłuższy — stosunkowo i bezwzględnie — im dłuższy jest wogóle okres poczwarki u danego osobnika. Następnie powolny zrazu, potem coraz szybszy wzrost doprowadza przemianę materji do poziomu takiego, jak przy zapoczwarczeniu. W czasie samego wylęgania się motyla zużycie tlenu przewyższa zazwyczaj zużycie przy zapoczwarczeniu.

Wreszcie w okresie imaginalnym nasilenie przemiany materji wzrasta dalej, prawdopodobnie w związku z żywymi ruchami motyla, tak że przeciętna wartość dla danego osobnika na jednostkę czasu dochodzi do najwyższych wartości, osiąganých w okresie poczwarkowym. Ponieważ zaś motyl jest przeszło o połowę lżejszy niż poczwarka, przeto przy obliczaniu na jednostkę wagi motyla wypada jeszcze wyższa wartość dla przemiany materji.

III. Wpływ temperatury na prędkość rozwoju poczwarki.

Zależność czasu rozwoju poczwarki od temperatury była znana już wcześniej hodowcom, znalazła też uwzględnienie i w badaniach naukowych. I tak pisze TANGL ('09), że u *Ophyra cadaverina* powoduje podwyższenie temperatury z 21° na 31°, skrócenie okresu poczwarkowego z 11 dni na 6 dni. Równocześnie wzrasta wydalenie dwutlenku węgla z 49 mg na 113 mg na dzień i 1000 poczwarek. Jednak wzrost śmiertelności z 61% na 98% każe przyjmować tę ostatnią wartość z zastrzeżeniem. WEINLAND ('05) stwierdza u *Calliphora vomitoria* również skrócenie stadjum poczwarkowego po podwyższeniu temperatury. LOEB i NORTHROP ('17) uzyskują u *Drosophila melanogaster* przyspieszenie rozwoju w wyższej temperaturze i to w każdym stadjum. U *Deilephila euphorbiae* ¹⁾ z rozwojem doraźnym trwa okres poczwarki 21 dni w 22°, 17 dni w 25°, a 13 dni w 30°.

U *Tenebrio molitor* znajduje KROGH ('11) zależność między temperaturą a prędkością rozwoju, jak to wykazuje poniższa tabelka: tab. XIII.

Widzimy z niej równocześnie, że przyspieszenie to nie idzie równomiernie ze wzrostem temperatury, co się wyraża różnymi wartościami współczynnika Q_{10} .

Znacznie lepiej, niż ten współczynnik, oddaje zaobserwowaną zależność równanie BLUNCKA ('24): $(v - k) \cdot t = const.$, gdzie v oznacza tempe-

¹⁾ Badania własne z 1925 r.

ratę, w której prowadzimy doświadczenie, k pewną temperaturę graniczną, charakterystyczną dla danego gatunku (BLUNCK nazywa ją krytyczną; słusznie jednak zaznacza BODENHEIMER '26, że nazwę tę zastosował już dawniej BACHMETJEW '01 w innym znaczeniu), przez t rozumiemy trwanie rozwoju w dniach, $const.$ jest liczbą stałą dla danego gatunku. Dyskusja tego równania wykazuje, że w temp. k rozwój owadu ustaje. Równanie powyższe stosowano w ostatnich latach z powodzeniem do przepowiadania ilości pokoleń w roku szkodników, których rozwój poznano w innych szerokościach geograficznych (BODENHEIMER '24). Wzór stosuje się tak do całego cyklu życiowego, jak też do samego okresu poczwarkowego. Np. dla wyżej przytoczonych danych KROGHA k wynosi 11.6° , zaś z własnych doświadczeń nad rozwojem doraźnym *Deilephila euphorbiae* obliczamy $k=9^{\circ}$, przyczem stała wynosi dla 22° — 274, dla 25° — 272, a dla 30° — 273. W tych granicach temperatury równanie zgadza się dobrze z doświadczeniem.

Tabela XIII ¹⁾.

Zależność trwania okresu poczwarkowego od temperatury u mącznika (Krog h)

Temper. °C	Czas rozwoju w godz.	Q_{10}
32.95	134.25	
32.7	137.9	1.5
27.29	172.5	
23.65	234.1	2.6
20.9	320	
18.8	439.6	4.9
17.0	593	
15.55	742	6.2
13.45	1116	

Jeśli jednak przejdziemy do temperatur niższych, to zauważymy gwałtowne odchylenia. I tak w temperaturze 18° powinna—według reguły BLUNCKA—poczwarka wilczomlecza dać motyla po 30, w 16° po 39 dniach. Tymczasem doświadczenia wykazały w temperaturze 16 — 18° tak zwolnione tempo rozwoju, że poczwarki zimowały. (Tylko w hodowli od jaj zdarzyło się raz, że na 104 poczwarki miotu D trzy dały motyle po około 6 tygodniach, mimo obniżenia temperatury do 16° , a to: D 81, D 87 i D 97).

Jeżeli uwzględnimy, że poczwarka nie pobiera pokarmu, więc ilość rezerw jest ograniczona, to możemy a priori przypuścić, że przeniana materji powinna dostosować się do tempa rozwojowego.

¹⁾ KROGH A: Biochem. Zeitschr. 62, str. 266, 1917.

W specjalnym przypadku mącznika stwierdził to już KROGH ('11) i ujął wyniki swych doświadczeń w twierdzeniu, że ilość dwutlenku węgla, wyprodukowana przez poczwarkę od zapoczwarczenia do wylęgnięcia się owadu doskonałego, jest ilością stałą. W ten sposób ustalili związek między natężeniem przemiany materji, mierzonej przez wymianę gazową a szybkością rozwoju. Związek ten ma dla metodyki badań w tej dziedzinie ważne znaczenie. Łatwiej bowiem przeprowadzać krótkotrwałe doświadczenia nad zależnością przemiany materji od temperatury, niż długotrwałe badania nad czasem trwania okresu poczwarkowego w zależności od temperatury. Zwłaszcza trudno jest w długotrwałych doświadczeniach zachować takie warunki, by naprawdę jedyną zmienną była temperatura, a nie także wilgotność, stężenie CO₂, i t. p. W jednym z dalszych rozdziałów zajmiemy się bliżej związkiem między prędkością rozwoju a wielkością wymiany gazowej, zwłaszcza zależnością ich obu od temperatury.

O ile równanie BLUNCKA daje nam pewne wskazówki przy obliczaniu długości trwania okresu poczwarkowego u motyli o rozwoju doraźnym, to zupełnie zawodzi u form zimujących jako poczwarki. Już WEISMAN ('76) podaje, że u *Araschnia levana-prorsa* można formę letnią zmusić przez oziębienie do zimowania, natomiast ogromna większość poczwarek formy zimowej jest odporna na działanie podwyższonej temperatury. U odpowiednich gąsienic wilczomlecza mogłem stwierdzić, że nawet trzymanie ich (a potem ich poczwarek) w temperaturze 30° nie wywołuje rozwoju doraźnego.

Wogóle wpływ temperatury na długość okresu poczwarkowego przedstawia się u tego gatunku w sposób bardzo zawikłany. Tak np. zauważyłem w r. 1923, że poczwarki, trzymane w pokoju nieopalanym, a potem przeniesione do opalanego, rozwinęły się w czasie krótszym, niż te, które przez cały czas pozostawały w pokoju opalonym. Zachodzi tu oczywista sprzeczność z regułą BLUNCKA, bo przeciętna temperatura była dla grupy wcześniej wylęgłych znacznie niższa, niż dla drugiej grupy.

Rozpowszechnione jest wśród hodowców mniemanie, że zimujące poczwarki muszą być poddane, dla normalnego rozwoju, działaniu zimna. Zachodziła więc możliwość, że i w tym przypadku mieliśmy do czynienia z przedłużeniem okresu poczwarkowego u tych poczwarek, które przez cały czas pozostawały w ogrzonym pokoju. Część więc tych poczwarek przeniósłem do pokoju nieopalanego (tem. około 0°) na przeciąg tygodnia. Po przeniesieniu z powrotem do pokoju ogrzanego nie wykazały jednak przyspieszenia rozwoju w stosunku do

okazów kontrolnych. Działanie zimna nie było więc w tym okresie skuteczne. Również podwyższenie temperatury na czas krótki nie stanowiło bodźca przyspieszającego.

Badanie wymiany oddechowej w zależności od temperatury nie przyniosło również wytłumaczenia. Wszystkie poczwarki wykazywały z podwyższeniem temperatury wzrost zużycia tlenu, a z obniżeniem — zmniejszenie. Stąd powstawała wątpliwość, czy wogóle u wilczomlecza istnieje zależność przemiany materji od długości trwania okresu poczwarkowego.

Celem zbadania tej sprawy wykonałem następujące doświadczenie: Zpóśród poczwarek roku 1924 wybrałem 50 sztuk zbliżonej wagi i równego wieku, które się zapoczwarczyły w temperaturze pokojowej (18—19°). Podzieliłem je na 5 grup po 10 sztuk, z których dwie trzymałem następnie w termostacie ogrzonym do 25°, trzy zaś dalsze — w naczyniu chłodzonym wodą wodociągową. Temperatura wody wynosiła:

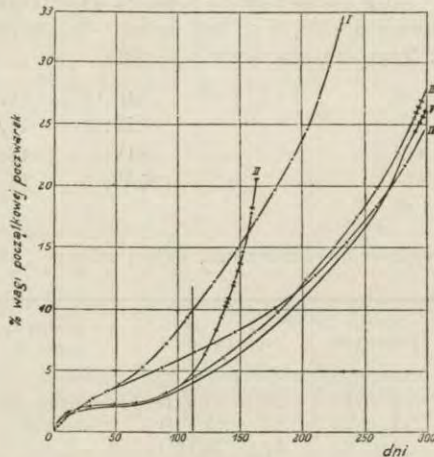
1924, 1.IX: 18.0°	10.XI.1924 — 15.III.1925: 10.0°
15.IX: 16.0°	1.IV: 11.0°
1.X: 15.5°	15.IV: 13.0°
15.X: 13.0°	1.V. — 20.VI: 14 — 16.5°
1.XI: 11.0°	

Przegląd warunków doświadczenia daje poniższe zestawienie:

Grupa	Poczwarki	Zapoczw. dnia	Po 30.VIII trzymane w
1	1 — 10	21 — 23.VIII.	termost. 25°
2	11 — 20	23 — 25.VIII.	nacz. chłodz.
3	21 — 30	24 — 25.VIII.	" "
4	31 — 40	24 — 26.VIII.	termost. 25°
5	41 — 50	27 — 28.VIII.	nacz. chłodz.

Poczwarki przechowywałem pojedynczo, w woreczkach muślinowych z naszytymi numerkami. Dzięki temu można było wszelkie pomiary, ważenia i t. p. notować dla każdej poczwarki osobno. Tak indywidualnie prowadzona obserwacja zwierząt pozwala na lepsze zaznajomienie się z materiałem, niż masowa hodowla. Wyniki, otrzymane jako przeciętne z szeregu pomiarów zgodnych z sobą w pewnych granicach, są pewniejsze i dadzą się lepiej interpretować, niż wyniki pomiarów, wykonanych sumarycznie na dużej ilości osobników. W drugim przypadku bowiem nie mamy pewności, czy grupa badana nie składa się z dwu przeciwnie reagujących kategorii osobników. Tak np. okazało się, że poczwarki uszkodzone wykazują znaczne zwiększenie wymiany gazowej, w niektórych przypadkach z kilku na kilkadziesiąt cm³ tlenu. Operując grupkami, złożonymi z 10 sztuk, otrzymalibyśmy w pewnym konkretnym przypadku jako wartość

przeciętną dla grupy 9.0 cm³, zamiast 6.0 cm³,—a to dlatego, że jedna z poczwarek wykazywała zużycie 36 cm³. Przejrzawszy odnośne zapiski przekonałem się, że poczwarka ta upadła przy ważeniu, kiedy jeszcze skorupka niezupełnie stwardniała, i utraciła przy tej sposobności sporo hemolimfy. Zwróciwszy uwagę na tę okoliczność, przekonałem się, że także inne poczwarki, które z różnych powodów potraciły większe ilości hemolimfy, wykazują podobny wzrost wymiany gazowej. Na tym przykładzie możemy zrozumieć znaczenie dokładnych notatek, prowadzonych dla każdej poczwarki osobno. Między innymi umożliwiają nam one korzystanie z materiału mimo ewent. dużej śmiertelności. Uwzględniamy wtedy poprostu dane, dotyczące się wylęgłych osobników, odrzucając resztę. Niestety, nie można w ten sposób postępować w hodowlach masowych, niezbędnych np. w doświadczeniach genetycznych.



Rys. 7.

Co 10 dni ważyłem poczwarki z dokładnością $\frac{1}{2}$ mg, sumowałem ubytek wagi dla wszystkich poczwarek danej grupy (o ile oczywiście która nie wykazywała zbyt dużego odchylenia od przeciętnej) i obliczałem ubytek w odsetkach wagi początkowej poczwarek. Tak otrzymane wartości podaje tabela XIV i krzywa rys. 7.

Jeśli uwzględnimy nie tylko wielkość strat, ale także prędkość ubytku wagi w pierwszych dniach doświadczenia i po 3 miesiącach, to przedstawi się nam następujący obraz:

W dekadzie 4-ej i 5-ej (wcześniejszych danych nie posiadamy) wynosi przeciętna strata grupy 1-szej i 4-tej: 0.05% dziennie, grup 2-giej, 3-ciej i 5-ej: 0.0142% dziennie, zaś za dwie ostatnie dekady odpowiednio: 0.045% i 0.040% dziennie. A więc prędkość ubytku

wagi, różniąc się początkowo tak znacznie, wyrównywa się potem w wysokim stopniu. Wygląda to tak, jak gdyby mimo różnych temperatur natężenie przemiany materji podlegało jakiemuś wyrównaniu. Wykonałem więc szereg oznaczeń zużycia tlenu w jednostajnej

Tabela XIV.

Ciężar poczwerek w odsetkach wagi początkowe
Gewicht der Puppen in Prozent des Anfangsgewichtes.

Data ważenia	G r u p a — G r u p p e				
	I.	II.	III.	IV.	V.
12. IX.	97.6	—	—	—	—
21. IX.	—	98.2	98.0	97.3	98.3
2. X.	96.9	98.05	97.9	96.95	98.15
12. X.	96.2	98.0	97.8	96.55	98.0
22. X.	95.6	97.8	97.65	96.15	97.8
2. XI.	94.7	97.4	97.5	95.6	97.7
12. XI.	93.7	97.3	97.2	95.05	97.4
22. XI.	92.7	96.9	97.0	94.6	97.1
2. XII.	91.75	96.5	96.5	94.0	97.0
12. XII.	90.65	96.2	96.0	93.5	96.4

dla wszystkich poczwerek temperaturze 18°. Zachodziła przytem możliwość, że zmiana temperatury (z 10 wzgl. 25° na 18°) może wpływać na poczwarki w kierunku pobudzania wzgl. hamowania wymiany gazowej. Wobec tego przeprowadziłem badania porównawcze, oznaczając zużycie tlenu jużto w kilka godzin, lub też nazajutrz po przeniesieniu do 18°. Wyniki tych doświadczeń wy-

Tabela XV.

Zużycie tlenu przy 18° w cm³ na kg/godz.
Sauerstoffverbrauch der Puppen per kg/St. in Kubikzentimeter bei 18°.

Poczw. <i>Puppe</i>	Dośw. <i>Exper.</i>	Dnia <i>Datum</i>	cm ³	Poczw. <i>Puppe</i>	Dośw. <i>Exper.</i>	Dnia <i>Datum</i>	cm ³
1	33	1. XII.	5.2	13	34	2. XII.	14.3
2	25	28. X.	6.6	15	34	2. XII.	10.4
3	33	1. XII.	8.5	16	30	25. XI.	15.2
4	24	26. X.	6.9	17	30	25. XI.	13.6
7	33	1. XII.	4.3	18	30	25. XI.	11.7
10	24	26. X.	4.8	22	22	23. XI.	11.7
31	29	19. XI.	4.4	23	32	29. XI.	15.3
32	37	7. X.	7.3	24	32	29. XI.	14.9
33	31	27. XI.	4.9	25	32	29. XI.	15.6
34	31	27. XI.	6.3	41	20	20. X.	11.6
35	37	7. X.	5.5	42	20	20. X.	11.5
39	37	7. X.	5.5	44	5	22. IX.	16.5

kazały, że wpływ pobudzający, wzgl. hamujący istnieje tylko w ciągu 2—3 godzin. Mimo to poczwarki grup 3-ciej, 2-giej i 5-ej wykazują przeszło dwa razy większe zużycie tlenu w temp. 18°, niż poczwarki grupy 1-szej i 4-tej. Widać to na tabeli XV.

Odnosi się to zresztą nie tylko do temperatury 18°, lecz także do wszelkich innych, w których tylko prowadzono doświadczenia. Tabela XVI-ta podaje odnośne wyniki:

Tabela XVI.

Zużycie tlenu w cm³ na kg i godz.
Sauerstoffverbrauch in Kubikzentimeter per kg/St.

№ poczw. <i>Puppe</i> №	Temperatura: — Temperatur:				
	10°	12°	13°	18°	25°
2	—	—	—	—	12.6
3	—	—	—	—	14.5
4	—	—	2.4	—	13.1
7	—	—	2.5	—	—
31	—	—	3.3	—	—
33	2.1	—	—	6.8	16.8
40	1.8	—	—	7.0	11.6
11	4.6	5.5	—	10.3	23.0
12	—	5.2	—	—	—
13	—	4.4	—	—	—
16	6.0	—	—	18.0	33.2
26	—	—	—	12.8	30.0

Z powyższej tabeli wynika, że poczwarki, przebywające stale w temperaturze wody wodociągowej, wykazują w każdej badanej temperaturze większe zużycie tlenu, niż poczwarki, trzymane w temp. 25°, a badane w tej samej temperaturze, co poprzednie.

Posiłkując się terminem, zaczerpniętym z fizjologii klinicznej, możemy powiedzieć, że poczwarki trzymane w niższej temperaturze posiadają większą podstawową przemianę materji (*Grundumsatz*, *métabolisme de base*, basal metabolism). Narazie przyjmujemy jako miarę przemiany podstawowej (dowolnie) zużycie tlenu w temp. 18°. Naturalnie byłoby właściwiej z teoretycznego punktu widzenia odnieść przemianę podstawową do jakiejś temperatury o fizjologicznym znaczeniu, np. temp. *k* z równania BLUNCKA ('24), albo JANISCHA ('25) punkt zwrotny temperatury, powyżej którego rozwój ulega opóźnieniu. Jednak

w praktyce stanowiłoby pewne utrudnienie stosowanie temperatur niższych, niż ciepłota wody wodociągowej, pozatem wykazują nasze nowsze doświadczenia, że specjalnie w temp. k okazują pomiary zużycia tlenu przebieg kapryśny. Co się zaś tyczy punktu zwrotnego JANISCHA, to mamy poważne wątpliwości, czy oznacza on coś innego, niż początek procesów patologicznych skutkiem zbyt wysokiej temperatury.

Wprowadzenie pojęcia przemiany podstawowej tłumaczy wiele niejasnych dotąd wyników z dziedziny doświadczeń nad wpływem temperatury na rozwój i ubarwienie motyli. W myśl wywodów SÜFFERTA ('24) jest rzeczą prawdopodobną, że u *Araschnia levana-prorsa* ubarwienie jest funkcją długości trwania stadium poczwarki. Analogiczny wniosek musimy wysnuć odnośnie wszystkich innych motyli, dających różne formy w pokoleniu letnim i zimowym. Otóż wspomniana powyżej odporność form zimowych na podwyższenie temperatury, stwierdzona jako stałość ubarwienia u tego pokolenia bez względu na wysoką temperaturę (WEISMANN i u BIEDERMANN '14), tłumaczy się właśnie zdolnością tych poczwarek dostosowania swej przemiany podstawowej do temperatury. Tem samym odpada poważna trudność, na jaką napotykała teoria M. VON LINDEN ¹⁾ o zależności ubarwienia motyli od natężenia przemiany materji. Należy bowiem przyjąć, że natężenie przemiany materji zależy nie wprost od temperatury, ale jest proporcjonalne do d w u zmiennych, temperatury i przemiany podstawowej.

W następnych rozdziałach będzie jeszcze pojęcie przemiany podstawowej punktem wyjścia dalszych rozważań. Dlatego uważam za wskazane podać jeszcze dalsze doświadczenie, dowodzące regulacji przemiany podstawowej w pierwszych tygodniach po zapoczwarczeniu.

Wykonałem je w r. 1924/25 w następujący sposób. Grupę 4-tą o przemianie podstawowej niższej, przenieśliem z temp. 25° do naczynia, chłodzonego wodą wodociągową o temp. 10°, grupę zaś 2-gą o wyższej przemianie z temp. 10° do 25°. Wynik był taki, że grupa 2-ga dała w ciągu najbliższych sześciu tygodni motyle, zaś strata wagi grupy 4-tej spadała niżej straty grup 3-iej i 5-tej, tak, że ich linje się przecięły (tabela XVII XVIII i rys. 7 i 8).

¹⁾ Por. u BIEDERMANN ('14).

Pierwotnie przypisywałem tym doświadczeniom większe znaczenie, sądząc, że dowodzą one związku między głębokością histolizy a wielkością przemiany podstawowej. Kiedy jednak szereg późniejszych badań wykazał ścisły związek między natężeniem przemiany materji a prędkością rozwoju, musiałem uznać ten dowód za niewystarczający. Tak więc sprawa anatomicznego odpowiednika różnic w przemianie podstawowej pozostaje po dzień otwarta. Zdaje się, że badania KREMERA ('25) potwierdzają nasz pogląd, że pewną, jeśli nie główną, rolę odgrywają tu sprawy karjolityczne.

Tabela XVII.

Ciężar poczwarek w odsetkach wagi początkowej.
Gewicht der Puppen in Prozent des Anfangsgewichtes.

Data ważenia <i>Datum</i>	G r u p a — G r u p p e n				
	I.	II.	III.	IV.	V.
12. XII.	90.65	96.2	96.0	93.5	96.4
22. XII.	89.6	94.5	95.4	93.0	96.0
1. I.	88.4	91.6	94.9	92.6	95.5
6. I.	—	89.5	—	—	—
11. I.	86.7	88.4	93.9	92.2	94.9
16. I.	—	86.9	—	—	—
18. I.	—	85.4	—	—	—
21. I.	84.9	82.9	93.2	91.8	94.3
2. II.	82.3	—	92.2	91.2	93.4
5. II.	—	80.3	—	—	—
7. II.	—	79.4	—	—	—
10. II.	—	—	91.4	90.6	92.8
20. II.	81.1	—	90.5	90.0	92.0
1. III.	78.5	—	89.7	89.3	89.9
16. III.	74.0	—	88.05	88.3	88.1
28. III.	—	—	86.8	87.1	86.0
15. IV.	66.5	—	84.4	85.3	83.6
2. V.	—	—	81.4	83.3	82.4
17. V.	60.9	—	79.4	81.7	79.6
9. VI.	—	—	75.9	79.6	77.1
24. VI.	—	—	71.2	75.4	73.7

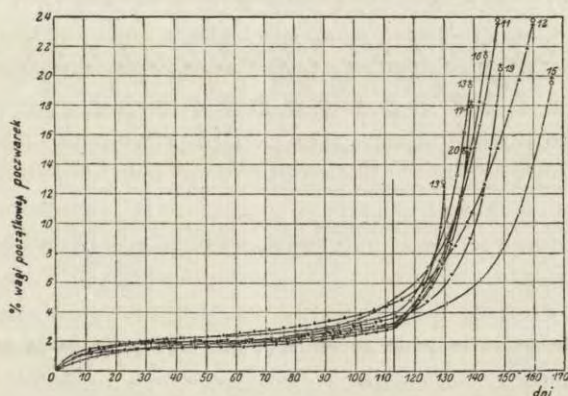
Natomiast jest rzeczą bardzo prawdopodobną, że czynnik pozostający w związku z mózgiem gąsienicy (КОРЕЦ '17, SANCHEZ '24) nie odgrywa tu roli. Jest to bowiem czynnik wywołujący sam akt zapoczwarczenia, natomiast regulacja przemiany materji jest zjawiskiem ogólniejszej natury. Badania histologiczne wykazały, że w ciele tłuszczowym owadów, zimujących w postaci doskonałej, znajdujemy obrazy analogiczne do ciała tłuszczo-

Tabela XVIII.

Strata wagi w odsetkach wagi początkowej.
Gewichtsabnahme der Puppen in Prozent des Anfangsgewichtes.

Data ważenia Datum	Poczwaraka — Puppe								
	11	12	13	15	16	17	18	19	20
27. VIII.	1.15	1.47	1.0	0.6	1.0	1.0	1.0	1.0	0.96
22. X.	2.4	2.4	2.1	1.95	2.0	2.0	1.7	2.0	1.85
22. XI.	3.75	3.7	3.2	2.5	2.7	2.7	2.3	2.8	2.6
12. XII.	4.9	4.6	3.9	3.3	3.3	3.3	2.9	3.6	3.1
22. XII.	6.97	6.4	5.5	4.3	5.6	4.7	5.8	4.8	4.6
1. I.	9.08	7.9	9.9	5.1	8.6	8.7	12.4	5.8	8.94
6. I.	11.68	9.0	15.1	5.5	12.0	12.8	—	7.6	13.1
8. I.	—	—	—	—	—	—	—	—	14.7
9. I.	—	—	19.1	—	—	16.8	—	—	—
11. I.	16.9	10,3	—	6.1	17.4	—	—	10.4	—
12. I.	—	—	—	—	19.0	—	—	—	—
13. I.	—	—	—	—	20.0	—	—	—	—
14. I.	—	—	—	—	21.2	—	—	—	—
16. I.	—	12.8	—	6.7	—	—	—	14.6	—
18. I.	23.46	13.9	—	7.1	—	—	—	16.8	—
19. I.	—	—	—	—	—	—	—	20.3	—
21. I.	—	16.6	—	8.2	—	—	—	—	—
23. I.	—	18.75	—	—	—	—	—	—	—
25. I.	—	19.7	—	—	—	—	—	—	—
1. II.	—	23.56	—	—	—	—	—	—	—
2. II.	—	—	—	15.2	—	—	—	—	—
5. II.	—	—	—	19.5	—	—	—	—	—
6. II.	—	—	—	19.3	—	—	—	—	—

wego poczwarek (KREMER '25 u chrząszcza *Harmonia quadripunctata* '24, OSTREJKÓWNA u motyla *Plusia gamma*, pojęcie



Rys. 8.

diapausis imaginalis). Fakt, że przepędzają one szereg miesięcy bez pożywienia, również każe przypuszczać, że przemiana pod-

stawowa jest u nich zmniejszona. Podobnych warunków możemy oczekiwać u zimujących dorosłych gąsienic. Kilka dorywczych doświadczeń, wykonanych w zimie 1926/7 przy pomocy naszego aparatu oddechowego na zimujących gąsienicach *Gastropacha rubi*, dało następujące wyniki:

Tabela XIX.

Zimujące gąsienice. *Gastropacha rubi*.
Überwinternde Raupen.

№	Gąsienica Raupе	Temperat.	Zużycie tlenu na kg/godz. Sauerstoffverbrauch per kg/St.
1		16.5 ⁰	91.0 cm ³
2		12.0 ⁰	38.0 cm ³
2		12.5 ⁰	44.2 cm ³
2		14.5 ⁰	75.3 cm ³
2		15.4 ⁰	91.0 cm ³
3		7.4 ⁰	16.4 cm ³
4		11.7 ⁰	75.0 cm ³

Także wymóżdżone gąsienice KOPCIA ('17) powinny wykazywać zmniejszoną przemianę materji, jeśli w temperaturze pokojowej żyją bez pokarmu do 30 dni. Z tego punktu widzenia możnaby zimujące gąsienice *Gastropacha rubi* uważać za fizjologiczny odpowiednik wymóżdżonych gąsienic KOPCIA.

W przeciwieństwie do powyższego, działanie czynnika „mózgowego“ jest ograniczone tylko do okresu zapoczwarczenia. KOPCIOWI ('17) udało się ustalić, że wycięcie mózgu do 7 dni po ostatniej wylince zapobiega zapoczwarczeniu, zaś ten sam zabieg, wykonany na gąsienicach o 3 dni starszych, zapoczwarczenia nie wstrzymuje. Prawdopodobnie czynnik działający przechodzi w tym czasie do hemolimfy. GEYER ('13) stwierdził bowiem, że można młodej gąsienicy kilkakrotnie wypuścić hemolimfę, przy czem następuje każdorazowo jej regeneracja i zapoczwarczenie przebiega normalnie. Jeśli natomiast wypuścimy hemolimfę z gąsienicy po ostatniem linieniu, a po regeneracji skrwawimy taką gąsienicę powtórnie, to poczwarki nie otrzymamy. Podobnie możemy tłumaczyć doświadczenia KOPCIA, który przewiązywał gąsienice w połowie ciała nitką. Jeśli gąsienica była młodsza, niż 7 dni po ostatniem linieniu, to przepoczwarczała się tylko część głowowa, jeśli starsza — obie połowy. W związku z tem pozostaje — być może — różny sposób reagowania gąsienic na szkodliwe warunki zewnętrzne (głód, ślota, choroby, nieodpowiedni pokarm,

podawanie jodu i t. p.). Młodsze gąsienice wykazują w tych warunkach opóźniony wzrost i zwiększoną śmiertelność, starsze przyspieszają swoje zapoczwarczenie.

W zimujących dorosłych gąsienicach widzimy przykład organizmu, u którego wystąpił jeden czynnik z dwu, składających się na przeobrażenie, mianowicie zmniejszenie przemiany materji. W pewnych doświadczeniach KOPCIA mamy przypadek przeciwny: wszczepiał on dorosłym gąsienicom tkanki gąsienic młodszych i mógł stwierdzić, że procesy histolityczne, zachodzące w ciele żywiciela podczas zapoczwarczenia, nie dotyczą tych tkanek.

Co do istoty czynnika „mózgowego“, to już KOPEC zwrócił uwagę na równoczesność jego występowania ze zjawieniem się tyrozyminy w hemolimfie (DEWITZ '04, FÜRTH i SCHNEIDER '02, ostatnio SCHMALFUSS i WERNER '26). Istotnie czernienie hemolimfy na powietrzu u wilczomlecza zjawia się dopiero u gąsienic na krótko przed zapoczwarczeniem i trwa niezbyt długo po zapoczwarczeniu.

W tym samym czasie zwiększa się też ilość leukocytów w hemolimfie. Pisz o tem HAIDENHAIN ('91) (cytuje za GEYEREM: '13, str. 443), „Die Zellen dieser Lagerstätten bleiben unbeweglich während des ganzen Raupenlebens und werden erst in der Zeit, in welcher die Raupe in die Puppe übergeht, plötzlich frei; sie gelangen unmittelbar in das Blut und beteiligen sich wahrscheinlich an der Zerstörung jener Organe der Raupe, welche histolytisch untergehen, um den definitiven, den Imaginalorganen Platz zu machen“.

Tak więc hemolimfa zawiera w okresie zapoczwarczenia zwiększoną ilość leukocytów, chromogen melaninowy i oxydazę, wywołującą czernienie, wśród nich lub obok nich — czynnik „mózgowy“ KOPCIA. Że krew w tym okresie zawiera czynnik, wywołujący histolizę, wynika także z badań KREMER (25), który stwierdza na podstawie obrazu mikroskopowego, że histoliza zaczyna się we wszystkich tkankach od powierzchni, stykającej się z hemolimfą.

Być może, że więcej światła na wzajemny stosunek tych dwu procesów rzuci badanie stanów, w których ich współdziałanie jest zakłócone. Mam tu na myśli zjawiska protelji i histerotelji.

Pod nazwą protelji rozumiemy występowanie imaginalnych organów u larw (KOLBE), odwrotnie, jako hysterotelję określamy obecność u owadów doskonałych organów larwalnych (SCHULZ). Niedawno ogłosił HEM SINGH PRUTHI (24) swe badania z tej dziedziny, w których otrzymywał duży odsetek tych zaburzeń u *Tenebrio molitor* pod wpływem wysokiej temperatury. Równocześnie wykazywały te osobniki opóźnione zapoczwarczenie. Słusznie żąda autor na podstawie tych wyników, żeby tak protelję jak i hysterotelję podciągnąć pod jedno pojęcie, bo oba zjawiska są wywoływane przez przyczyny, które opóźniają zapoczwarczenie¹⁾.

Najłatwiej przedstawić sobie mechanizm tych zaburzeń jako wynik niedostatecznej produkcji lub rozprzestrzenienia się czynnika „mózgowego“. Słabszy stopień niedomogi dałby hysterotelję, silniejszy protelję.

Jaki może być cel opisanej wyżej regulacji przemiany podstawowej?

Musimy uwzględnić, że regulacja ta odbywa się w przeciągu dość krótkiego czasu, 2—4 tygodnie po zapoczwarczeniu, być może nawet w czasie jeszcze krótszym. W przyrodzie przypada okres zapoczwarczenia się na drugą połowę sierpnia i pierwszą połowę września. W tym czasie zmieniają się—zależnie od pogody—okresy dni mocno upalnych z dotkliwymi chłodami jesieni. Po tygodniu o średniej temperaturze 14—15° przychodzi nieraz tydzień upałów, przekraczających w południe 25°. Stąd łatwo przypuścić, że całe pokolenie poczwerek rozpadnie się na szereg grup o rozmaitej przemianie podstawowej. Jeśli odrzucimy naiwny pogląd, że motyl dojrzały może leżeć tak długo w poczwarcu, aż wybierze²⁾ odpowiedni czas do wylotu, a przyjmiemy, że tempo rozwoju i moment wyklucia są określone przez przemianę

¹⁾ Już zresztą GOLDSCHMIDT (22) przypuszczał, że zjawiska te tłumaczą się zaburzeniem w kolejności, wzgl. współczesności działania różnych czynników, które współdziałają przy zapoczwarczeniu.

²⁾ HERING (26, str. 108) pisze: „So schlüpft in einer Zeit, die irgendwie durch Witterungsverhältnisse dem Nachwuchs besonders schädlich wäre, nur ein beschränkter Teil der Falter, während die übrigen einen günstigeren Zeitpunkt wählen. Wir wissen nicht, ob die Puppe irgendwelche Organe besitzt, die ihr über die meteorologischen Verhältnisse Auskunft geben . . .“ i t. d.

podstawową i panującą temperaturę, to korzyść takiego urządzenia jest jasna: bez regulacji wszystkie poczwarki rozwijałyby się w jednakowym tempie, zależnie od przebiegu temperatury danego roku, a wiemy jak kapryśnym bywa ten przebieg. Gdyby — dajmy na to — rozwój poczwarki był tak dostosowany, by w roku normalnym dać motyla w maju, to przy łagodnej zimie mogłyby się wszystkie motyle pojawić np. w lutym. Przeciwnie znów, ostra zima i późna wiosna mogłyby spowodować zbyt znaczne opóźnienie wylęgu. Dzięki zaś regulacji przemiany i zmiennej temperaturze jesieni mamy szereg grup, które przy jednym i tym samym przebiegu temperatury, jakkolwiek kapryśnym byłby, dadzą motyle w najrozmaitszych porach. Szereg grup znajdzie się przytem w warunkach nieodpowiednich, ale zato te same warunki będą odpowiadały grupom innym. Szanse przezimowania dla danego osobnika są w ten sposób gorsze, zato ciągłość gatunku jest lepiej zabezpieczona. W ten też sposób tłumaczyłbym znaną hodowcom trudność przezimowania poczwarek i większą ich śmiertelność w porównaniu z poczwarkami o rozwoju doraźnym: warunki temperatury dobre dla jednych są szkodliwe dla innych, wskutek różnic w przemianie podstawowej.

IV. Przeobrażenie doraźne i przewlekłe.

Okres poczwarki w życiu owadów o całkowitem przeobrażeniu występuje u nas w dwu odmianach, zależnie od tego, czy przypada na ciepłą, czy też na zimną porę roku. W pierwszym przypadku trwa u różnych gatunków od dwu do sześciu tygodni, najczęściej trzy tygodnie; w drugim przez szereg miesięcy, wyjątkowo i kilka lat. W pierwszym przypadku mówimy o rozwoju doraźnym, w drugim o przewlekłym, oddając w ten sposób po polsku terminy niemieckie¹⁾: „subitan“ i „latent“.

Nasuwa się pytanie, w jakim stosunku do siebie pozostają te dwa rodzaje rozwoju. Czy różnica polega tylko na zwolnieniu tempa rozwojowego równomiernie w ciągu całego rozwoju przewlekłego, czy też w pewnym okresie taka poczwarka zapada w stan życia utajonego? Nazwa „latent“ wskazuje na ten drugi pogląd. Istotnie w literaturze entomologicznej spotykamy się z tego rodzaju interpretacją już u WEISMANN (75).

¹⁾ Wprowadzone przez A. WEISMANN.

Badania nasze nad przemianą materji zimujących poczwarek wilczomlecza przemawiają jednak przeciw takiemu ujmowaniu sprawy. Krzywa zużycia tlenu wykazywała (patrz wyżej str. 244 i 246) zupełnie ten sam przebieg ogólny, co analogiczne krzywe dla rozwoju doraźnego czyto tego samego gatunku, czy też — jak u *Argynnis paphia* — gatunku, mającego zawsze rozwój doraźny. Rozróżniamy to samo ramię zstępujące, trwające w przyrodzie około miesiąca, a które wraz z KROGH'EM uważamy jako wyraz procesów histolitycznych. Następnny okres, trwający najdłużej, bo 6—7 miesięcy, odpowiada — podobnie jak w rozwoju doraźnym — minimum przemiany materji i równowadze między procesami histolizy i histogenezy (według KROGHA). Wreszcie okres trzeci, widoczny na krzywej zużycia tlenu jako ramię wstępujące, trwa w przyrodzie około dwu miesięcy. Niema więc mowy o kopji rozwoju doraźnego po okresie życia utajonego, skoro sam okres trzeci trwa dwukrotnie przeszło dłużej, niż cały rozwój doraźny. Rodzaj i kolejność zmian w zużyciu tlenu są w obu rodzajach rozwoju te same. Różnice polegają:

1°. Na wysokości przemiany podstawowej podczas minimum. W rozwoju doraźnym wynosi zużycie tlenu w tym czasie około 50 cm³ na kg i godz. w tem. 22°, zaś w rozwoju przewlekłym 22.3 cm³ na kg i godz. w tej samej temperaturze. Jeszcze większe zużycie tlenu przy minimum wykazuje dostojka: do 100 cm³ na kg i godz. i to w temp. 20°.

2°. Na stosunkowo różnej długości poszczególnych okresów, jak to wykazuje poniższy schemat:

Okres	R o z w ó j d o r a ż n y		Przewlekły
	<i>Argynnis</i>	<i>Deilephila</i>	<i>Deilephila</i>
I.	90 godz. — 19.5%	100 godz. — 20%	750 godz. — 10.4%
II.	110 „ 24.0%	150 „ 30%	5250 „ 72.9%
III.	260 „ 56.5%	250 „ 50%	1200 „ 16.7%

Do tych różnic wrócimy poniżej.

Większe jeszcze podobieństwo, niż krzywe zużycia tlenu, wykazują krzywe straty na wadze dla obu rodzajów rozwoju. Na tab. XX-ej zestawiono straty wagi w odsetkach wagi początkowej kilkunastu poczwarek o rozwoju doraźnym, a dla porównania podano w ostatnim wierszu wartości dla poczwarki 101 o rozwoju przewlekłym.

T a b e l a X X.

№ Poczw. № der Puppe	Strata wagi w odsetkach wagi początkowej poczwarki. Znak pól oznacza równocześnie chwilę wylęgnięcia <i>Gewichtsverlust in Prozenten des Anfangsgewichtes der Puppen</i>																								
	godz. Stdn.	24	48	72	96	120	144	168	192	216	240	264	288	312	336	360	384	408	432	456	480	504	528	552	
102	—	—	—	1.7	1.93	2.26	2.54	—	3.35	—	4.0	—	5.95	—	10.5	11.9	—	17.5	20.7	22.5♂	—	—	—	—	—
104	1.3	—	—	3.16	3.5	—	4.6	—	—	6.0	—	8.2	—	11.7	—	14.9	16.2♂	—	—	—	—	—	—	—	—
106	—	0.8	—	1.2	—	2.2	—	—	3.6	—	6.4	—	9.4	—	—	12.8	13.7	♂	—	—	—	—	—	—	—
107	—	0.8	—	—	1.7	—	2.5	—	3.9	—	5.7	—	—	—	8.4	9.4	—	11.0♀	—	—	—	—	—	—	—
108	—	0.76	—	—	1.8	—	2.7	—	—	4.1	—	5.9	—	—	—	8.9	—	11.9	—	—	14.7	♂	—	—	—
113	0.9	—	—	2.2	—	—	3.1	—	—	4.8	—	—	6.7	—	—	9.2	—	—	—	—	—	—	—	—	—
114	—	—	—	2.0	—	—	2.8	—	—	4.1	—	—	6.6	—	6.9	9.1	—	—	—	—	—	—	—	—	—
115	—	—	—	1.6	—	2.6	—	—	3.5	—	—	5.0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
119	1.3	—	—	—	2.3	—	—	3.0	—	4.0	—	—	—	4.8	—	—	—	8.7	8.0	9.2	—	—	—	—	—
121	—	—	—	—	2.4	—	—	3.2	—	4.6	—	—	—	6.2	—	—	—	—	—	10.2	—	—	—	—	—
122	—	—	—	1.4	—	—	2.0	—	—	3.5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	10.2	—	—	—	—	—
123	—	—	—	1.7	1.8	2.6	—	3.1	4.6	—	6.3	7.7	9.6	—	—	—	—	—	—	18.4	—	—	—	—	—
125	—	—	—	1.7	—	—	2.5	—	—	3.6	—	—	5.4	—	—	—	—	—	—	22.4	—	—	—	—	—
128	—	—	—	1.2	—	—	2.0	—	—	3.5	—	—	4.5	—	—	—	—	—	—	11.0	—	—	—	—	—
133	—	—	—	—	3.0	—	—	4.1	—	—	5.5	—	—	7.4	—	—	—	—	—	8.2	—	—	—	—	—
135	—	—	—	2.4	—	—	3.5	—	4.4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
138	—	—	—	2.1	—	—	3.2	—	4.1	—	—	—	6.9	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
139	—	—	—	1.4	1.7	—	3.7	—	4.9	6.1	—	—	—	—	10.4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
152	0.56	—	—	1.1	1.8	—	2.8	—	3.2	3.7	—	—	—	—	4.8	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
153	—	—	—	2.6	3.3	3.8	4.8	5.6	6.6	7.5	9.5	11.2	—	15.4	19.2	—	6.5	—	—	—	—	—	—	—	—
101	—	—	—	—	0.5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0.9	—	—	1.0	—	28.7	—	—	—	—	♂
																									1.5

Widzimy, że już po kilku dniach zaznacza się wybitna różnica między obydwojoma rodzajami rozwoju. W dalszym ciągu wynika z tabeli, że samce wykazują większą stratę na wadze niż samice, dalej, że poczwarki używane częściej do doświadczeń oddechowych tracą na wadze niepomrotnie więcej, niż ich rówieśnice. Tę ostatnią zależność podaje tabela XXI.

Tabela XXI.

№ poczw. d. Puppe	Płeć Geschl.	Całkowita strata wagi Totaler Gewichts- verlust %	Ilość dośw. Anzahl d. Resp. ver- suche	Czas trwania godz. Dauer St.
153	♂	28.7	6	8.25
102	♂	22.5	3	4.5
123	♂	22.4	11	18.0
139	♀	około 22.0	5	13.0
104	♀	16.2	1	3.25
138	♀	15.9	—	—
135	♀	15.7	1	1.0
133	♀	14.8	—	—
113	♀	14.7	—	—
108	♀	około 14.0	—	—
106	♀	13.7	—	—
114	♀	około 13.0	—	—
121	♀	12.3	—	—
152	♀	12.0	—	—
119	♀	11.2	—	—
107	♀	11.0	1	2.0
125	♀	11.0	—	—
128	♀	10.3	—	—
115	♀	10.2	—	—
122	♀	9.8	—	—

Także i u tych poczwarek zaznacza się silniejsza strata na wadze u samców, niż u samic. Ta stała różnica dla obu płci rozciąga się także na względny ciężar przy wylęgnięciu. Przeciwnie bowiem waży:

Samiec: 44.1% wagi początkowej poczwarki.

Samica: 53.3% " " "

Tabela XXII podaje wartości szczegółowe z uwzględnieniem zawartości substancji suchej.

Przy przeliczeniu wartości straty wagi z tab. XXI na godzinę możemy obliczyć, kiedy prędkość straty wagi jest najmniejsza. Ten punkt zwrotny leży przeciętnie między piątym a szóstym dniem po zapoczwarczeniu, co odpowiada przeciętnej

Tabela XXII.

№	Samce <i>Männchen</i>		№	Samice <i>Weibchen</i>	
	Waga przy wylęgn. w % wagi pocz. <i>Gewicht beim Ausschlüpfen des Puppen- anfangsge- wichts Proz.</i>	Waga sucha w % żywej <i>Trockengewicht des Lebend- gewichts Proz.</i>		Waga przy wylęgn. w % wagi pocz. <i>Gewicht beim Ausschlüpfen des Puppen- anfangsge- wichts Proz.</i>	Waga sucha w % żywej <i>Trockengewicht des Lebend- gewichts Proz.</i>
102	44.3	32.7	107	56.6	33.8
104	44.1	30.8	108	59.6	32.3
106	42.7	30.5	115	50.7	33.1
113	45.4	29.2	116	52.0	—
114	46.7	31.3	119	61.0	31.9
117	45.6	32.5	122	51.1	34.4
120	48.0	34.0	123	53.4	32.0
129	36.8	—	128	56.5	31.0
130	47.3	32.1	131	54.0	31.4
133	46.5	33.2	132	46.0	—
134	50.0	29.5	139	45.6	—
135	45.8	30.2	141	49.6	—
144	48.0	31.1	142	55.4	29.6
153	40.3	—	149	52.9	—
219	39.0	—	151	51.4	—
306	36.3	—	152	48.0	—
307	45.4	—	154	52.7	—
311	40.1	—	209	59.2	—
370	46.4	—	313	54.2	—
405	45.6	—	325	57.4	—
Średnio: <i>Durchschnitt:</i>	44.1	31.4	Średnio: <i>Durchschnitt:</i>	53.3	32.1

stracie wagi 2.6 — 2.7% wartości początkowej. Wartości dla 12 poczwarek podaje tab. XXIII.

Z porównania wartości tej tabeli z danymi tab. XX widzimy, że im dłużej trwa cały okres poczwarkowy, tem później i przy tem większej już stracie wagi występuje punkt zwrotny.

Dla rozwoju przewlekłego znajdujemy dane, dotyczące straty wagi w tab. XIV i XVII i na rys. 7. Wypada jednak zastanowić się, którą z grup wziąć za podstawę porównania. Wszystkie bowiem grupy tego doświadczenia znajdowały się w warunkach sztucznych. Najbardziej zbliżają się do naturalnych warunki grupy 3 i 5-tej, które przez cały czas pozosta-

Tabela XXIII.

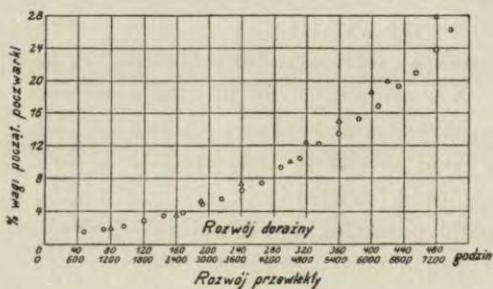
№ pocz. <i>der Puppe</i>	Punkt zwrotny roz- woju przy stracie wagi <i>Wendepunkt bei Gewichtsverl. %</i>
102	2.4
103	2.5
104	2.8
106	1.9
107	2.4
123	2.3
135	2.8
138	3.0
139	2.5
149	2.3
152	3.2
153	3.7

wały w temperaturze wody wodociągowej. Wprawdzie temperatura, w której zimują poczwarki w przyrodzie, wynosi 0—4°, a dla tych grup wynosiła 10°, ale różnica ta przypada na minimum przemiany materji, kiedy absolutne wartości straty wagi są małe, wobec czego różnice w przebiegu krzywych nie mogą być duże.

Tabela XXIV.

Godzin od zapoczw. ar.	Strata wagi w % wagi począt.	Godzin od zapoczw. ar.	Strata wagi w % wagi począt.
<i>Stunden nach d. Verp.</i>	<i>Gewichtsverlust</i>	<i>Stunden nach d. Verp.</i>	<i>Gewichtsverlust</i>
	%		%
24	—	288	9.2
48	1.6	312	10.4
72	1.9	336	12.2
96	2.2	360	13.6
120	2.8	384	15.3
144	3.4	408	16.9
168	3.8	432	19.4
192	4.8	456	21.0
216	5.46	480	23.9
240	6.5	504	26.6
264	7.5	—	—

Ponieważ wszystkie poczwarki tych grup były używane wielokrotnie do doświadczeń oddechowych, co zwiększa stratę na wadze, musimy analogicznie wybrać do porównania poczwarki „doraźne“, które również były poddawane takim doświadczeniom.



Rys. 9.

Z tego względu wybieramy 4 pierwsze poczwarki tab. XXII¹ przyczem liczby, oznaczające godziny dla poczwarki 102, mnożymy przez 21/19, bo jej rozwój trwał 19 dni wobec 21 dni u reszty. Następnie obliczamy dla tych czterech poczwarek przeciętne straty wagi, które przedstawia tab. XXIV.

Na tej podstawie możemy już wykreślić porównawcze krzywe straty wagi dla obu rodzajów rozwoju. Rzędne, wspólne dla obu krzywych, wyrażają stratę wagi w odsetkach wagi początkowej poczwarek. Odcięte, wyrażające czas w godzinach, są tak dobrane, że jedna godzina rozwoju doraźnego odpowiada 15 godzinom w rozwoju przewlekłym. Obie krzywe wykazują prawie identyczny przebieg¹⁾. Rys. 9.

Ta zupełna zgodność przebiegu krzywych straty wagi i wybitne podobieństwo krzywych zużycia tlenu dowodzi, że oba rodzaje rozwoju poczwarki—doraźny i przewlekły—przedstawiają jeden i ten sam proces, przebiegający raz szybciej, drugi raz wolniej²⁾.

Dla porównania przytoczymy jeszcze w tym miejscu przebieg straty wagi w okresie poczwarkowym admirała.

Oprócz krzywych zużycia tlenu i straty wagi mamy jeszcze dwa inne kryteria, pozwalające odróżnić poczwarki „doraźne“ od „przewlekłych“.

1°. Ruchliwość. Poczwarka o rozwoju doraźnym zachowuje przez cały czas, z wyjątkiem kilkunastu godzin przed wylęgnięciem, doskonałą ruchliwość. Jeśli ująć taką poczwarkę lekko palcami za część głowową, to pierścienie odwłoka wykonywują

1) SÜFFERT ('27) twierdzi, że strata wagi jest głównie wyrazem parowania wody, zależy więc tylko od temperatury i dla oceny przebiegu rozwoju jest bez wartości. Pogląd ten jest błędny. Z doświadczeń, przytoczonych w niniejszej pracy, można wyliczyć, że w pierwszym okresie stadium poczwarki wynosi strata wody dla rozwoju doraźnego tylko 33% całej straty wagi, dla przewlekłego ledwo 17.5%. Zresztą gdyby utrata wody zależała tylko od temperatury, a nie była w sposób ścisły związana z przebiegiem rozwoju, musiałaby poczwarka zimująca, trzymana w temp. 22° utracić w 3 tygodnie tyle wody, ile w tej samej temperaturze traci poczwarka o rozwoju doraźnym przez cały swój rozwój.

2) SÜFFERT ('27) znajduje u *Araschnia prorsa* rozwój nabłonka skrzydeł natychmiast po zapoczwarczeniu, zaś u *levana* dopiero w trzecim okresie, i widzi tu charakterystyczne cechy dla obu rodzajów rozwoju. Prawdopodobniej stanowi rozwój nabłonka skrzydeł u *prorsa* powód i cechę dwu postaciowości tego motyla. Za tem przemawia też możliwość otrzymania *levana* przy rozwoju doraźnym przez działanie zimna w określonym momencie rozwoju. Tego rodzaju interpretacja badań SÜFFERTA usuwa też sprzeczność w wywodach GOLDSCHMIDTA ('20, str. 149—143), według których dwupokoleniowość musiałaby z reguły prowadzić do dwu postaciowości.

liczne i gwałtowne ruchy na boki. Poczwarzka o rozwoju przewlekłym wykonywa jeden lub dwa takie ruchy leniwo i to dopiero po silniejszym ucisku.

Tabela XXV.

Poczwarzka.
Pyrameis atalanta. Puppe.

Po zapoczw. dzień: <i>Nach d. Verpupp. Tag:</i>	Waga <i>Gewicht</i> mg	Strata wagi od zapoczw. w % wagi początkowej <i>Gewichtsverlust in Proz. Anfangsgewichtes (%)</i>
1	601	—
2	—	—
3	—	—
4	584	3.0
5	573	4.7
6	557	7.4
7	546	9.0
8	523	13.0
9	509	15.5
10	485	19.8 wylęga się <i>schläpft aus</i>

2^o. Obraz rentgenowy. Jeśli chcemy większą ilość poczwerek rozdzielić na „doraźne“ i „przewlekłe“, nie tracąc wiele czasu, to najlepiej nadaje się do tego celu rentgenografia. Zdjęcie, wykonane 3 — 4 dni po zapoczwarczeniu, pozwoli nam określić z zupełną pewnością, które poczwarki zaczęły rozwój doraźny, a które przewlekły. Bliższe dane o obrazie rentgenowym poczwarki podamy poniżej¹⁾.

V. Zależność rodzaju rozwoju od czynników dziedzicznych i temperatury. Znaczenie rozwoju doraźnego u wilczomlecza.

Wilczomleczek (*Deilephila euphorbiae*) przechodzi normalnie rozwój przewlekły podczas zimy. Jak wspomniałem już wyżej, z pomiędzy gąsienic, zebranych w lipcu 1925, przeszło 80 sztuk rozwój doraźny. Badanie wpływu temperatury na długość okresu poczwarkowego w tym przypadku wykazało, że wpływ ten jest znaczny: w temp. 22^o rozwój trwa 21 dni, w 25^o 17 dni, zaś w temp. 30^o—13 dni. Obniżenie temperatury do 16—18^o, a więc

¹⁾ SÜFFERT we wspomnianej pracy polemicznej podaje, że „doraźne“ poczwarki mają skorupkę chitynową miększą i nieco jaśniejszą, niż zimujące. Obserwacje te mogą potwierdzić także dla wilczomlecza.

do „temperatury pokojowej“, daje motyle po 4 miesiącach w przybliżeniu (rozwój „opóźniony“). Jeszcze silniejsze obniżenie temperatury przedłuża rozwój tak, że się zaciera różnica między rozwojem doraźnym i przewlekłym.

Gąsienice, dające normalnie poczwarki o rozwoju przewlekłym, są bardzo odporne na wpływ zmian temperatury. Doświadczenia prowadziłem w ten sposób, że zwierzęta w okresie larwalnym trzymałem w termostacie na 30° i pozostawiałem je po zapoczwarczeniu tamże, albo też gąsienice były trzymane w temperaturze niższej, 18—22°, a natychmiast po zapoczwarczeniu przenoszone do 30°. W tych warunkach kilka poczwerek dało motyle po 13 dniach (rozwój doraźny), reszta zaś dała poczwarki zimujące o bardzo niskiej przemianie podstawowej. Z doświadczeń tych wynika, że istnieją dwa typy gąsienic: jeden posiada zdolność regulowania przemiany podstawowej, drugi tej zdolności nie posiada. Podział ten jest właściwszy, niż podział na „doraźne“ i „przewlekłe“, gdyż opiera się na własnościach samych poczwerek, gdy o rozwoju doraźnym lub przewlekłym stanowi do pewnego stopnia także temperatura.

Należy jeszcze wspomnieć, że także u poczwerek z regulacją przemiany podstawowej można wybitnie przyspieszyć wyłęgnięcie się motyla. W tym celu należy poczwarki zaraz po zapoczwarczeniu umieścić w niskiej temperaturze, by przemiana podstawowa ustaliła się na jak najwyższym poziomie. Następnie przenosi się je do temperatury znacznie wyższej, przez co zwiększa się wybitnie przemianę materji, a tem samem przyspiesza rozwój. Jest to „pędzenie“ poczwerek.

Przedstawiony powyżej wpływ temperatury na rozwój poczwerek wilczomlecza da się ująć w następujący schemat:

Rodzaj poczwarki	T e m p e r a t u r a			
	20° i wyż.	16 — 18°	10°	10° potem 18°
Z regulacją przemiany podstawowej	przewlekły	przewlekły	przewlekły	„pędzenie“
Bez regulacji przemiany podstawowej	doraźny	„opóźniony“	przewlekły	„opóźniony“

Trzeba jednak zaznaczyć, że nie wszystkie obserwowane przez nas przypadki dadzą się podciągnąć pod ten schemat.

Wyżej już (str. 257) wspomniałem o poczwarkach D 81, D 87 i D 97, które dały motyle po 6 tygodniach. Tu na-

leżą też doświadczenia oddechowe A 2 i A 5. Inny znów wyjątek stanowiły poczwarki W 2 i W 4, których rozwój trwał w temp. 22° tylko 11 dni, przy ogromnej stracie wagi tak, że motyle nie zdołały ani wydobyć się o własnej sile, ani rozwinąć skrzydeł. Wreszcie znane mi jest z literatury entomologicznej i z opowiadań poważnych hodowców, że bywają poczwarki, zimujące dwukrotnie. Z pośród 800 zgórą poczwarek, badanych przeze mnie w ostatnich czterech latach, znalazłem dotąd trzy poczwarki miotu Z, należące do tej ostatniej kategorii.

Stwierdziliśmy powyżej, że u wilczomlecza występują dwa typy gąsienic: jedne, których poczwarki mają zdolność regulowania przemiany podstawowej zależnie od temperatury i które dzięki temu zawsze przechodzą rozwój przewlekły, i drugie, które w temperaturze ponad 20° mają rozwój doraźny. Prócz tego pierwsze wymagają różnej temperatury w różnych okresach, mianowicie najdłuższy okres (drugi) musi przebiegać w temperaturze znacznie niższej, niż pierwszy i trzeci. W przeciwnym razie zużywa poczwarka zbyt dużo materiałów zapasowych. Natomiast poczwarki, przechodzące rozwój doraźny, mogą przez cały czas pozostawać w temperaturze stałej¹⁾.

Zachodzi pytanie, jakie znaczenie ma występowanie gąsienic, zdolnych do rozwoju doraźnego?

Musimy najpierw zdać sobie sprawę, w jakim stosunku pozostaje badany przez nas rozwój doraźny u wilczomlecza do rozwoju doraźnego dostojki lub admirała, u których ten rozwój stanowi regulę.

Z przeprowadzonego wyżej porównania rozwoju doraźnego z przewlekłym wynikają dwie różnice. Jedna dotyczy wysokości przemiany podstawowej przy minimum, druga stosunku długości poszczególnych okresów. Jeśli zestawimy dane dla minimum przemiany, otrzymamy następujący schemat:

¹⁾ Dotychczasowe badania nie pozwalają nam jeszcze określić, czy wszystkie poczwarki, posiadające zdolność regulowania przemiany podstawowej muszą przebyć te wahania temperatury i czy dla wszystkich poczwarek drugiego typu jest ten przebieg temperatury niepotrzebny; czy też mamy tu do czynienia z drugą, niezależną od regulacji i przemiany podstawowej zmienną, czy wreszcie każdy rozwój przewlekły — czy z powodu regulacji przemiany, czy też z powodu obniżenia temperatury — nie jest związany z koniecznością tego rodzaju zmian temperatury.

	Rozwój	Temperatura	Czas rozwoju	Zużycie tlenu na kg i godz.
<i>Argynnis paphia</i>	dorażny	20°	18 dni	100 cm ³
<i>Deilephila euphorbiae</i>	dorażny	22°	21 "	60 "
<i>Deilephila euphorbiae</i>	przewlekły	22°	300 "	22.3 "

Widzimy z tej tabeli, że przemiana materji w rozwoju dorażnym u wilczomlecza zajmuje miejsce pośrednie między rozwojem przewlekłym u tegoż motyla a rozwojem dorażnym z reguły (dostojka). To samo miejsce zajmuje też rozwój dorażny wilczomlecza pod względem trwania poszczególnych okresów stadjum poczwarkowego.

Przytoczone wartości przemiany podstawowej poczwarek tłumaczą nam różnicę między rozwojem dorażnym u wilczomlecza i u dostojki. Wilczomleczek przechodzi rozwój dorażny jeszcze w temperaturze około 20°, wykazując wtedy zużycie tlenu przy minimum około 50 cm³. Ponieważ zużycie tlenu u badanych dotąd poczwarek podwaja się mniej więcej po podniesieniu temperatury o 5° na przestrzeni od 10° do 25°, więc możemy obliczyć, że dostojka miałaby równe zużycie tlenu w temperaturze około 15°. W tej więc temperaturze powinien jeszcze odbywać się rozwój dorażny. Dla wilczomlecza wykazaliśmy rozwój opóźniony w temp. około 17°. U dostojki odpowiadałoby takiemu obniżeniu ciepłoty temperatura 10—12°. Istotnie u *Araschnia prorsa*, która z zasady przechodzi rozwój dorażny, a więc stanowi pod tym względem odpowiednik dostojki, otrzymał WEISMANN w temp. 10° rozwój opóźniony, dający odmianę *A. porima*. Dopiero silniejsze obniżenie temperatury dało rozwój przewlekły i *A. levana*.

Z powyższego wynika, że o ile charakterystyczna wysokość przemiany podstawowej przy minimum pozwala dostojce na rozwój dorażny w naszym klimacie z reguły, o tyle u wilczomlecza jest ten rozwój uwarunkowany odpowiednio wysoką temperaturą. Mamy tu zatem do czynienia z warunkowym drugim pokoleniem. Pozostaje otwarta kwestja, czy pokolenie to występuje jedynie w lata gorące, jak podaje JORDAN¹⁾, o czem wspomina zresztą już w 18 wieku PALLAS²⁾, czy też co roku pewna

¹⁾ SEITZ: Grossschmetterlinge.

²⁾ „larvaque saepe intra mensem edit sphingem“. Cytuję za GAR-
BOWSKIM ('92, str. 918).

ilość osobników podlega rozwojowi doraźnemu. Osobiście skłaniałbym się do tego drugiego poglądu, opierając się na następujących danych:

1°. Przy dokładnem przeszukiwaniu stanowisk wilczomlecza znajduje się gąsienice znacznie wcześniej przed ich masowym pojawem (w sierpniu). Tak np. w r. 1926 znalazłem szereg zupełnie dorosłych gąsienic w pierwszym tygodniu lipca, zatem pierwsze motyle drugiego pokolenia mogły ukazać się w pierwszym tygodniu sierpnia. Zresztą jest rzeczą bardzo prawdopodobną, że jeszcze mniej liczne wcześniejsze gąsienice uszły mojej uwagi. Czas, upływający od wylęgu motyli do zniesienia jaj i czas rozwoju jaj możemy obliczyć z doświadczeń [hodowlanych, przeprowadzonych w pokoju, przy oknach otwartych dniem i nocą. Wszystkie użyte tu motyle stanowiły drugie pokolenie, otrzymane przez rozwój doraźny w 22°.

Tabela XXVI.

№	Samica Weibchen	D a t a D a t u m			Czas trwania dni Dauer, Tage	
		wylęgu d. Ausschl. d. Weib- chens	złożenia jaj der Eiab- lage	wylęgu gąsienic d. Ausschl. d. Raupen	do zniesie- nia jaj bis zur Eiablage	do wylęgu gąsienic bis zur Ausschl. d. Raupen
1	Z 1	16. VII.	18. VII.	24. VII.	2	6
2	A 10	16. VII.	19. VII.	26. VII.	3	7
3	C 55	17. VII.	22. VII.	29. VII.	5	7
4	Z 2	21. VII.	22. VII.	30. VII.	1	8
5	D 4	22. VII.	27. VII.	6. VIII.	5	10
6	D 6	22. VII.	23. VII.	30. VII.	1	8
7	D 22	24. VII.	27. VII.	4. VIII.	3	8
Przeciętnie: <i>Durchschnitt:</i>					3	7.5

Jak widzimy, czas od wylęgu do zniesienia jaj waha się od jednego do pięciu dni, przeciętnie wynosi trzy dni. Zważywszy, że w hodowli złączenie trudniej dochodzi do skutku, niż w przyrodzie, możemy przypuszczać, że w przyrodzie jaja zostają złożone w ciągu pierwszych 48 godzin. Czas od złożenia jaj do wylęgnięcia się gąsienic trwał u 7-miu miotów od 6 do 10 dni, przeciętnie 7.5 dnia. Wynika stąd, że już w połowie sierpnia mogło się wyląć drugie pokolenie gąsienic.

2°. Wśród wczesnych gąsienic przeważają tak dalece gąsienice zdolne do rozwoju doraźnego, że stanowiły 80% wszystkich, zebranych przez nas przed 1 sierpnia. Później zaś są rzadkie.

3°. Na uwagę zasługuje także różnica śmiertelności poczwarek z obu rodzajów rozwoju. W dobrych warunkach rozwoju w pracowni ginie wiele zimujących poczwarek, zwłaszcza osobników nieznacznie choćby uszkodzonych i tych, które nie osiągnęły normalnej wielkości. Natomiast w rozwoju doraźnym wypadki śmierci należą do rzadkości. Nawet poczwarki z uszkodzonymi czułkami i skrzydłami dawały motyle zdolne do życia. W r. 1925 na 80 poczwarek o rozwoju doraźnym nie zginęła ani jedna.

Na podstawie powyższych trzech punktów wyobrażam sobie cykl rozwojowy wilczomlecza w następujący sposób. Spotykane gromadnie w sierpniu i wrześniu gąsienice dają poczwarki zimujące, bez względu na to, czy są uzdolnione do rozwoju doraźnego, czy nie. Normalnie bowiem temperatura o tej porze roku jest zbyt niska, by dopuścić do rozwoju doraźnego. Z poczwarek zimujących lęgną się motyle na wiosnę o rozmaitych porach, skutkiem ustawienia przemiany podstawowej na różnej wysokości, jak to uzasadniono wyżej. Gąsienice, lęgnące się z tych motyli, są przeważnie uzdolnione do rozwoju doraźnego (patrz niżej doświadczenie genetyczne). Z tego materiału, rozrzuconego od wczesnej wiosny do lata, stosunki klimatyczne wykrawają — że się tak wyrażę — pokolenie letnie. Te bowiem zwierzęta, których okres poczwarki wypada na temperaturę przeciętną zbyt niską, przechodzą rozwój przewlekły lub opóźniony. Ponieważ gąsienice wcześniejsze, pozostające w temperaturze niższej, dojrzewają dłużej, niż późniejsze, stąd w tym odpowiednim do rozwoju doraźnego czasie skupi się większa ilość poczwarek. Tak więc stosunki klimatyczne wywołają mniej lub więcej ściśle odgraniczoną falę poczwarek o rozwoju doraźnym. Zważywszy małą śmiertelność tych poczwarek i fakt, że jedna samica znosi do 200 jaj, zrozumiemy, że w kilka tygodni po zapoczwarczeniu się tej fali rozpocznie się masowy pojaw młodych gąsienic. Naturalnie im lato jest cieplejsze i dłużej przeciągają się upały, tem jest dłuższa w czasie ta fala i tem liczniej i dłużej występują motyle. Powrót upałów może wywołać nową falę motyli i mielibyśmy tu

wytłumaczenie obserwowanego przez entomologów drugiego pokolenia, występującego w ciepłe jesienie.

Taki sam wpływ, jak wyższa temperatura, powinno też mieć podwyższenie przemiany podstawowej: coraz więcej zjawia się motyli drugiego pokolenia, aż pokolenie to z warunkowego stanie się regułą. Mielibyśmy tu przykład mechanizmu powstawania dwupokoleniowości. Dane literatury nie stoją z tego rodzaju przypuszczeniem w sprzeczności. Wspomniane wyżej doświadczenia WEISMANNNA świadczą, że gąsienice *Araschnia*, wywodzące się z jaj złożonych przez *levana*, podlegają łatwo wpływom temperatury, natomiast gąsienice, rozwinięte z jaj *prorsa* wykazują odporność, podobną do tej, jaką znaleźliśmy u gąsienic wilczomlecza. Przytaczamy za BIEDERMANNEM: „Der umgekehrte Versuch WEISMANNNS, durch Erhöhung der Temperatur die Wintergeneration zur Annahme der Sommerform zu zwingen, glückte niemals.... Solche Puppen setzte nun WEISMANN unmittelbar nach der Verpuppung (zum Teil auch schon Raupen) ins Gewächshaus, wo tagsüber die Temperatur oft auf 24° R stieg. Immer war das Resultat dasselbe, alle oder fast alle Puppen überwinterten und schlüpften als Winterform (*levana*) erst in nächstem Jahre aus. Öfter dagegen kam es vor, dass einige der Schmetterlinge noch in Herbst nach etwa nur 14-tägiger Puppenruhe ausschlüpften, und diese waren dann stets *prorsa* (Sommerform)“.

Sądzimy, że przytoczone zdania świadczą wyraźnie o występowaniu u *Araschnia* podobnych dwu odmian gąsienic, jak u wilczomlecza.

Nasuwiają się tutaj dwie wątpliwości, odnośnie naszkicowanej powyżej próby tłumaczenia dwupokoleniowości: pierwsza, czy wykazana powyżej różnica w zużyciu tlenu na kg wagi u *Argyannis* i wilczomlecza o rozwoju doraźnym nie jest spowodowana różnicą wagi, wzgl. przynależnością do różnych grup. Druga, czy zdolność regulacji przemiany podstawowej, wzgl. zdolność do przechodzenia rozwoju doraźnego, są wrodzone i czy i jak są dziedziczne. Możliwe przypuszczać, że cechy te są wywołane działaniem jakichkolwiek czynników zewnętrznych w stadium młodej gąsienicy, albo też, że oba rodzaje gąsienic stanowią różne, niekrzyżujące się rasy.

Co do pierwszego zastrzeżenia wnioskowałem w ten sposób: jeśli różnica w zużyciu tlenu jest charakterystyczna dla gatunków, nie dla różnych rodzajów rozwoju poczwarkowego, to powinna zaznaczyć się równie wyraźnie w stadium imago, tymczasem z tabel XIV i XVII wynika, że dostojka zużywa na kg wagi początkowej poczwarki i godz. 141 cm³ tlenu, zaś wileczoleczek przeciętnie 189 cm³. Jeśli zatem istnieje różnica, to raczej w przeciwnym kierunku.

Pozostaje druga wątpliwość: czy zdolność do rozwoju doraźnego i do regulowania przemiany podstawowej dziedziczy się i czy mechanizm dziedziczenia pozwala tłumaczyć zmianę pokoleń? Te pytania można rozwiązać tylko na drodze badań genetycznych. Badania te ¹⁾ w r. 1926 dały wynik niezupełny, gdyż zawleczone flacherja zniszczyła całą hodowlę F₂, liczącą zgórą 2000 osobników. W pokoleniu F₁ udały się bardzo dobrze (z małą śmiertelnością) mioty C i D, oba otrzymane z rodziców, wylęgłych po zimowaniu. Miot C dał 52 poczwarki, z tego 42 o rozwoju doraźnym, a 10 o przewlekłym. Miot D dał 102 poczwarki, z tego 75 o rozwoju doraźnym, a 24 o przewlekłym, (zaś trzy zachowały się zupełnie odmiennie od pozostałych: dały motyle po 3—4 mies.) przyczem pierwszy miesiąc pozostawały w temp. 22°, następnie w 14—18°. Jest to wspomniany wyżej (str. 277) rozwój opóźniony, którego narazie nie umiem wytłumaczyć.

Następne pokolenie, pochodzące od rodziców o rozwoju doraźnym z F₁, wyginęło mi, niestety, zupełnie.

Doświadczenia powyższe, jakkolwiek niekompletne, dowodzą:

1°. Wśród poczwarek, pochodzących z jednego miotu i pozostających, począwszy od złożenia jaj w zupełnie tych samych warunkach zewnętrznych, występują dwa zupełnie różne pod względem fizjologicznym rodzaje: jedne są uzdolnione do rozwoju doraźnego, inne nie.

2°. Wśród potomstwa motyli, które wyszły z poczwarek zimujących, ogromną większość (75—80%) stanowią uzdolnione do rozwoju doraźnego, podobnie jak wczesne poczwarki w przyrodzie.

Jeśli dalej uwzględnimy, że następne pokolenie musi ze względów klimatycznych całe zimować i że pewne kombinacje

¹⁾ Wspólnie z Mokłowską.

czynników dziedzicznych mogą dać osobniki niezdolne do życia, to tłumaczenie dwupokoleniowości występowaniem wspomnianych wyżej dwu rodzajów gąsienic stanie się całkiem prawdopodobne.

VI. Przemiana materji podczas przeobrażenia. Wpływ przedzenia.

Dawniejsze badania z zakresu chemji zwierzęcej wymagały dużej ilości substancji, skutkiem czego o wyborze przedmiotu decydowała często łatwość otrzymania większej ilości jednorodnego materiału. Tyczy się to zwłaszcza małych zwierząt, np. owadów. Stąd może pochodzi, że większość badań, odnoszących się do fizjologii motyli, wykonano na jedwabniku (*Bombyx mori*). Znaczna ilość prac¹⁾, odnoszących się do tego gatunku sprawiła, że często przytacza się dane, odnoszące się do jedwabnika, jako typowe dla motyli, a nawet wogóle dla owadów. Nasuwają się jednak odnośnie tego pewne zastrzeżenia. Pominąwszy już fakt, że jedwabnik jest gatunkiem hodowanym od tak dawna, musimy uwzględnić, że przy zapoczwarczeniu przędzie gęsty kokon. Powoduje to ogromny ubytek ciał azotowych, bo ze 100 g azotu dorosłej gąsienicy odnajdujemy w poczwarcę 42 g (KELLNER '84), czy nawet tylko 37.4 g (INOUE '12), podczas gdy 53.5 g (K.), wzgl. 62 g (I), przechodzi do kokonu. Tak znaczny ubytek substancyj azotowych powinien się odbić na całej przemianie materji. W trakcie naszych badań nad wilczomleczkim, który przy zapoczwarczeniu przędzie tylko nieznacznie, nasunęła się myśl wykonania porównawczych badań chemicznych u tego gatunku.

W łączności z ogólnem zagadnieniem niniejszej pracy chodziło w pierwszym rzędzie o zmiany chemiczne w przebiegu przeobrażenia, analogicznie do podanych w pracy KELLNERA ('84), i o ich odpowiednik energetyczny w związku z badaniami i teoretycznymi rozważaniami TANGLA ('09).

1.

Do oznaczania przemiany materji możemy się posługiwać kilkoma metodami:

¹⁾ Por. następujących autorów: BATTELI i STERN ('13), BERT ('85 a i b) FARKAS ('03), FARKAS i TANGL ('26), GLASER ('25), INOUE ('12), KELLNER ('84, '87), MENOZZI i MORESCHI ('08), POLIMANTI ('15), TICHOMIROFF ('85), VERNON ('11). Pozatem — według informacji listownej otrzymanej od R. INOUE'go — istnieje poważna literatura chemiczna o jedwabniku w języku japońskim.

1^o. Kalorymetrja bezpośrednia, która w zastosowaniu do zagadnień przeobrażenia następuje znaczne trudności, ze względu na wybitny udział wody w przemianie materji tych okresów, i która — o ile mi wiadomo — nie była dotąd w tym zakresie stosowana.

2^o. Oznaczanie w bombie kalorymetrycznej ciepła spalania składników ciała, wydzielin i wydaliny w oznaczonych okresach. Metody tej używał FARKAS ('03) w wyżej cytowanej pracy i TANGL ('09) w odniesieniu do *Ophyra cadaverina*.

3^o. Obliczanie z zużycia tlenu, wzgl. z wydalania dwutlenku węgla.

4^o. Ilościowy rozbiór chemiczny składników ciała, wydzielin i wydaliny w oznaczonych okresach i wyliczenie stąd całkowitego ciepła spalania poszczególnych składników. Takie wyliczenie znajdujemy między innymi u SLOWZOFFA ('03, '05, '09).

W naszym przypadku użyliśmy tej właśnie metody, porównyując wyniki z wartościami KELLNERA. Wyliczenia te należało skontrolować jeszcze inną drogą, ponieważ nie jest rzeczą pewną, czy ciepło spalania danego składnika jest u owadów takie same, jak dla zwierząt wyższych. Ponadto, podobnie jak KELLNER, nie oznaczałem węglowodanów, wyliczając jedynie z różnicy wagi (p. niżej) t. zw. „bezażotowe ciała wyciągowe”.

Celem skontrolowania wyników zastosowałem do liczb KELLNERA wartości kalorymetryczne, wyznaczone doświadczalnie przez FARKASA, odnośnie zaś własnych wyników u wilczomlecza — oznaczenia zużycia tlenu, których wartość podałem powyżej (rozdz. III). Zgodność jest w obu przypadkach wystarczająca w stosunku do wielkości różnic, występujących między porównywanymi gatunkami.

2.

Badania nad wilczomleczkiem obejmowały:

1^o. Wagę ciała. 2^o. Zawartość suchej substancji, którą uzyskiwałem przez suszenie w 105° do stałej wagi. 3^o. Zawartość tłuszczu, którą określałem według metody KUMAGAWA-SUTO¹⁾. Do zmydlenia brałem 1.5—3.5 g suchej substancji. Wyciąg, otrzymany przy pomocy eteru naftowego i suszony do stałej wagi w 55°, daje zawartość kwasów tłuszczowych i steryn, ew. węglowodorów²⁾. Stosunek kwasów do reszty jest we wszystkich badanych okresach w przybliżeniu stały i wynosi mniej-więcej 94:6. Przeciętny ciężar cząsteczkowy kwasów tłuszczowych obliczyłem z wyników miareczkowania kwasów oddzielonych od reszty. Pięć kolejnych oznaczeń, przy użyciu każdorazowo około 200 mg kwasu, dało jako ciężar cząsteczkowy 294, 298, 298, 305 i 305, przeciętnie 300. Stąd stosunek ciężaru trójglicerydu do ciężaru wolnych kwasów jest 938:900, t. j. 1.04. Dla otrzymania ilości tłuszczu należy więc pomnożyć wagę wyciągu przez ten współczynnik (ściślej, po uwzględnieniu steryn, przez—1.038). 4^o. Zawartość azotu oznaczałem metodą KJEHLDAHLA, bądźto przez spalanie

1) W ABDERHALDEN. Hdb. d. biol. Arbeitsmeth. I Aufl.

2) MENOZZI i MORESCHI znajdują węglowodory w tłuszczu jedwabnika. Cyt. według Chem. Centralbl. 1910. I. 1377 i 1910. I. 872.

osobników w całości, bądź też w 150—300 mg suchej substancji. 5°. W tabelach KELLNERA znajdujemy rubrykę: „Rohprotein“. Wartości tej rubryki otrzymamy, odejmując od azotu całkowitego azot chityny i mnożąc resztę przez 6.25. Analogiczne wartości obliczyłem dla porównania i u wilczomleczka; nie mogąc znaleźć polskiego odpowiednika „Rohprotein“, oznaczam te wartości w dalszym ciągu symbolem: „Rp.“. 6°. Ilość chityny u gąsienicy i poczwarki oznaczyłem w wylinkach przy zapoczwarczeniu, wzgl. przy wylęgnięciu motyla. W tym celu wymywałem je naprzemian wodą, rozcieńczonym kwasem i ługiem na gorąco, przemywałem alkoholem i eterem, susząc następnie w 105° do stałej wagi. U motyli gotowałem 700 mg suchej substancji z 20% ługiem sodowym¹⁾ w rurce wirówkowej na łaźni wodnej przez kilka godzin, potem wymywałem wodą, wirując każdorazowo i ściągając plyn z nad osadu. Dalej postępowalem, jak przy wylinkach. 7°. Zawartość popiołu oznaczałem, żarząc 0.8 do 1.2 g suchej substancji w ważonym tyglu porcelanowym do stałej wagi. 8°. „Bezazotowe ciała wyciągowe“ oblicza KELLNER jako resztę, otrzymaną przez odjęcie od całej ilości suchej substancji ilości tłuszczu, „R. p.“, chityny i popiołu. Odpowiadają one co do ilości mniej więcej węglowodanom, i to tem dokładniej, im dokładniej zgadza się „Rp.“ z rzeczywistą zawartością ciał azotowych. W obecności ciał, bogatszych w azot niż białko, np. kwasu moczowego, obliczymy „Rp.“ za wysoko, a tem samem ciała bezazotowe za nisko; błąd będzie tem większy, im więcej kwasu moczowego. Przeciwny błąd zachodziłby w razie obecności ciał azotowych, o zawartości mniejszej niż 16% azotu, co jednak mniej wchodzi w rachubę.

Wyżej podane oznaczenia wykonałem w trzech okresach:

1°. U gąsienicy gotowej do zapoczwarczenia.

2°. W świeżo przeobrażonej poczwarcie.

3°. U świeżo wylęgniętego motyla.

Podobnie, jak w badaniach KELLNERA, brałem do oznaczeń osobniki obu płci bez różnicy.

3.

a) Skład dorosłej gąsienicy:

Oznaczenie wagi dorosłej gąsienicy napotyka na znaczne trudności. Waga wzrasta bowiem szybko aż do chwili, kiedy gąsienica zaprzestaje pobierania pokarmu i zaczyna okres zapoczwarczenia się²⁾. Z tą chwilą zaczyna się szybki spadek wagi, spowodowany nietylko wysoką przemianą materji i w większej jeszcze mierze utratą wody, ale — w pierwszych godzinach przedewszystkiem — opróżnieniem przewodu pokarmowego. Ten szybki spadek wagi wynika m. i. z następujących przykładów:

¹⁾ Według D. H. WESTERA (ref. w MALY'S Jahresberichte. 39, 1909, str. 490) rozpoczyna się rozpad chityny w 20% KOH i w 100° dopiero po 12 godz.

²⁾ Por. str. 239. Wzrost wagi gąsienic jedwabnika wedle KELLNERA wynika też z przeciętnej wagi na tab. XVIII.

1°. Gąs. 320, waży 10.VIII.:5.770 g, 11.VIII.:5.982 g, 12.VIII.:4.960 g, jako poczwarka 17.VIII.:3.307 g.

2°. Gąs. A 2 waży 29.VIII.21, 21 h: 6.550 g, 30.VIII.17, 17 h: 6.050 g.

Przy tak szybkich zmianach trudno liczyć na to, że obserwowana przez nas waga gąsienic—na oko dorosłych—będzie wagą najwyższą. Najczęściej się zdarzy, że zważymy gąsienicę nieco przed lub już po osiągnięciu najwyższej wagi. Ponieważ gąsienica traci w szybszym tempie wodę, niż składniki stałe, można oczekiwać, że dla zawartości suchej substancji otrzyma się w tym okresie dwa szeregi wartości, zależnie od tego, czy gąsienica była badana przed, czy po osiągnięciu najwyższej wagi (p. niżej, tab. XXVII).

Tabela XXVII.

№	Najwyż. zauważona waga <i>Beobachtetes Maximalgewicht</i> g	Waga początk. poczw. <i>Anfangsgewicht der Puppe</i> g	Najwyższa waga gąs. w % wagi poczw. <i>Maximalgewicht der Raupe in Puppenanfangsgewicht</i> %
1	4.985	3.122	158
3	4.054	2.523	161
4	4.472	2.494	179
5	4.284	2.620	163
6	3.651	2.820	130
7	4.322	3.176	137
13	3.384	2.090	162
15	4.325	2.803	154
33	3.747	2.360	159
42	4.309	3.010	144
46	4.051	3.114	130
47	4.665	3.495	139
100	4.643	2.442	189.5
101	4.506	2.320	194
103	4.793	3.272	147
104	3.332	2.412	138
106	3.077	2.423	127
107	3.972	2.602	154
108	3.544	2.615	135.5
110	3.148	2.341	134.5
139	3.734	2.277	164
314	6.280	3.507	179
320	5.982	3.307	182
Przeciętnie: <i>Durchschnitt:</i>			154.8

Wobec trudności pochwylenia chwili najwyższej wagi postanowiłem oprzeć się na wadze świeżej poczwarki, z tych samych względów, które przemawiały za odniesieniem do tej wagi wielkości przemiany materji (p. wyżej str. 242).

Oznaczyłem więc dla szeregu gąsienic najwyższą o ile możności wagę i następnie ich ciężar w chwili zapoczwarczenia. Tabela XXVII podaje te ciężary, z obliczeniem wagi gąsienicy w odsetkach ciężaru przy

zapoczwarczeniu. Wartości wahają się przeważnie od 140 do 170% przy dość jednostajnym rozmieszczeniu, najmniejsza wartość wynosi 130, największa 194, przeciętna 154.8%.

W myśl powyższych wywodów musimy wartość tę uważać jako przeciętną, uwarunkowaną wielkością prawdopodobieństwa „przyłapania“ gąsienicy podczas krótkiego okresu najwyższej wagi. Dla rzeczywistego maksimum wagi przypuszczamy wartość znacznie wyższą, być może dochodzącą do 195%. W następnych wyliczeniach będziemy się jednak posługiwać wartością 154.8%, ponieważ większość gąsienic, użytych do analiz, odpowiadała zapewne tej wartości.

Podobne znaczenie musi też mieć waga gąsienicy jedwabnika, podana przez KELLNERA. Ponieważ oznaczenia tego autora dotyczyły zawsze kilkuset conajmniej osobników, to musiały tam zachodzić conajmniej kilkugodzinne różnice wieku, dające odpowiednie różnice wagi. KELLNER oznaczył stosunek wagi gąsienicy do wagi poczwarki bez kokonu na 1:0.465, czyli ciężar gąsienicy wynosi 216% wagi poczwarki.

Tabela XXVIII.

№	Waga	Sucha substancja	Zawartość suchej substancji	
	<i>Gewicht</i>	<i>Trockengewicht</i>	<i>Trockengewicht</i>	
	g	g	%	%
1	4.840	1.093	—	22.60
2	4.006	0.883	—	22.04
3	4.508	0.910	20.20	—
4	4.065	0.778	19.10	—
5	4.389	0.840	19.15	—
6	4.885	1.088	—	22.20
7	4.000	0.817	20.40	—
8	4.105	0.906	—	22.10
Przeciętnie: <i>Durchschnitt:</i>			19.70	22.23

Zawartość suchej substancji wyliczamy z danych tabeli XXVIII-ej. Jak było do przewidzenia, zaznaczają się dwie wartości przeciętne, a to 19.7 i 22.2%, stąd wspólna przeciętna 21%.

Zawartość tłuszczu wynosi według poniższego zestawienia 16.65% suchej substancji, co stanowi 3.5% żywej wagi.

№	Waga	Zawart. subst. suchej	Wyciąg benzynowy	
	g		mg	%
1 — 4	17.419	3.664	0.594	16.20
5 — 8	17.379	3.651	0.559	15.30
9 — 12	—	3.306	0.549	16.60
Przeciętnie:		10.621	1.702	16.01

Azot: Po opróżnieniu przewodu pokarmowego gąsienica nie traci już azotu¹⁾. Wobec równoczesnego spadku wagi ciała wzrasta więc stale zawartość azotu²⁾, dając różne wartości. W czterech kolejnych oznaczeniach znaleźliśmy: 1.44, 1.72, 1.60 i 1.42%, przeciętnie 1.54%.

Chityna: 25 szt. przerobionych, jak opisano wyżej, wylinek waży 682.5 mg, t. j. 27.25 mg każda, czyli 0.675% wagi żywej. Zawartość azotu wynosi 1.63 mg, czyli 0.04% wagi żywej.

„Rp“ wyliczamy w wyżej podany sposób na 9.375%.

Popiół: Dwie analizy dają: 4.02 i 4.54%, średnio 4.28% suchej substancji, czyli 0.9% wagi żywej.

„Bezazotowe ciała wyciągowe“ stanowią 6.55% żywej wagi, jako reszta suchej substancji.

b) Skład ilościowy poczwarki:

Ciężar: Przeciętny ciężar poczwarki obliczyłem ze 100 osobników, zestawiając je według numerów bieżących w grupy po 25 sztuk, bez różnicy płci lub rodzaju rozwoju. Grupy te ważą: 64.804, 63.241, 67.022 i 65.813 g. Na jedną poczwarkę wypada 2.6088 g.

Zawartość suchej substancji: 1) 8 poczwarek wagi 18.973 g daje 4.725 g suchej, czyli 24.9%. 2) 5 poczwarek o wadze 11.416 g daje 2.876 g, t. j. 25.1%, przeciętnie 25.04%.

Zawartość tłuszczu: 1.86 g suchej substancji daje 302 mg wyciągu; 2.06 g — 304 mg; 2.8 g — 384 mg; razem 6.72 g suchej substancji dają 990 mg wyciągu, czyli 14.72%. Odpowiada to (po wymnożeniu przez 1.04) 15% suchej substancji, czyli 3.83% żywej wagi.

Zawartość azotu w chwili zapoczwarczenia możemy u poczwarki oznaczyć w każdym wieku, znając ciężar początkowy poczwarki. W ciągu całego okresu poczwarkowego pozostają bowiem produkty przemiany materii azotowej wewnątrz ciała i są zawarte w moczu, wydalonym przez motyla natychmiast po wylęgnięciu. Z tabeli XXIX oblicza się przeciętna zawartość azotu na 2.21%.

Tabela XXIX.

№	Waga poczw. <i>Gewicht der Puppe</i>	A z o t	
		<i>Stickstoff</i>	
	g	mg	%
1	2.970	65.40	2.20
2	2.586	54.47	2.10
3	2.750	63.60	2.31
4	2.539	53.40	2.10
5	2.364	60.10	2.53
6	3.088	63.60	2.06
Razem:	16.297	360.57	2.21

¹⁾ Powstający kwas moczowy przechodzi (VERSON '11) do płynu wylinkowego i odpada wraz z wylinką.

²⁾ Wyraźnie to widać z liczb ABDERHALDENA ('23).

Chityna: 40 wylinek przygotowanych jak wyżej waży 1.362 g, jedna 34.05 mg, czyli 1.3% żywej wagi. Zawartość azotu jednej skorupki wynosi 2.04 mg N, czyli 0.078%.

„Rp” wynosi 13.3%.

Popiół: 3 analizy dają: 4.6, 5.2 i 4.4%, średnio 4.7% suchej, wzgl. 1.175% żywej wagi.

„Bezazotowe ciała wyciągowe” stanowią 5.435% żywej wagi.

c) Skład świeżo wylęgłego motyla:

Poniższe dane są średnią dla obu płci, podobnie jak u KELLNERA.

Ciążar: Samce mają przy wylęgnięciu przeciętnie 43.6%, samice 53.3% wagi początkowej poczwarek. Stąd obliczamy z przeciętnej wagi początkowej poczwarki (2.6088 g) przeciętny ciężar motyla:

$$1/2 \{ 1.136 + 1.390 \} = 1.263 \text{ g.}$$

Zawartość suchej substancji: z 22 obliczeń otrzymujemy 31.75%.

Zawartość azotu: W 168 mg suchej subst.: 17.4 mg azotu

" 136 "	" "	" "	14.7 "	" "
" 88 "	" "	" "	9.24 "	" "

Razem w 392.5 mg suchej subst.: 41.34 mg azotu,

co daje 10.52% suchej i 3.34% żywej wagi.

Zawartość tłuszczu wynosi według poniższego zestawienia: $18.4 \times 1.04 = 19.2\%$ suchej, czyli 6.1% żywej wagi.

№	Waga suchej substancji	Waga wyciągu benzynowego
1	1806 mg	338 mg
2	1416 "	278 "
3	1770 "	333 "
4	1307 "	211 "
Razem	6299 mg	1160 mg

Chityna: 690 mg suchej substancji zawiera 68 mg chityny, odpowiada to zawartości 9.87% suchej, czyli 3.13% żywej wagi.

„Rp” wyliczamy na 19.7% żywej wagi.

Popiół: 993.5 mg suchej substancji zawiera 59.4 mg popiołu, czyli 5.98%. Po przeliczeniu na wagę żywą otrzymujemy 1.9%.

„Ciała wyciągowych bezazotowych” jest zaledwie 0.92%.

4.

Na podstawie powyższych analiz możemy porównać skład wilezomlecza i jedwabnika w zależności od stadium przeobrażenia. Wszystkie wartości procentowe dla wilezomlecza odnosimy do ciężaru poczwarki, równego 2.6088 g. Jest to więc niejako „przeciętne przeobrażenie przeciętnej gąsienicy”.

Tabela XXX.

Skład ilościowy gąsienicy.
Zusammensetzung einer Raupe.

Gąsienica <i>Raupe von</i>	Waga w % wagi poczwarki <i>Gew. in Proz. d. PuppenGew.</i>	Sucha substancja <i>Trockensubstanz</i>	Woda <i>Wasser</i>	Tłuszcz <i>Fett</i>	Azot <i>Stickstoff</i>	Rp* <i>Rohprotein</i>	Chityna <i>Chitin</i>	Popiół <i>Asche</i>	Bezasotowe ciała wyciąg. <i>N-freie Extraktstoffe</i>
	Procentowo. <i>Prozente.</i>								
<i>Deilephila</i>	154.8	21.00	79.00	3.50	1.54	9.375	0.676	0.90	6.55
<i>B. mori</i>	216.0	19.66	80.34	3.20	1.92	11.550	0.940	1.19	2.70
	Miligramy. <i>Milligramm.</i>								
<i>Deilephila</i>	4038.0	848.0	3190.0	141.25	62.25	378.5	27.25	36.3	264.0
<i>B. mori</i>	2221.0	437.0	1784.0	71.23	42.70	257.0	20.95	26.3	59.85

W tabeli XXX-ej zestawiliśmy wartości dla gąsienic wilczomlecza i jedwabnika. Widzimy, że prządka wykazuje wyższą zawartość ciał azotowych i popiołu, niższą tłuszczów i bezazotowych ciał wyciągowych. Ponadto zawiera większą ilość ciał stałych w stosunku do swej poczwarki, niż wilczomleczek.

Tabela XXXI.

Skład ilościowy poczwarki.
Zusammensetzung einer Puppe.

Poczwarka <i>Puppe von</i>	Waga <i>Gewicht</i>	Sucha substancja <i>Trockensubstanz</i>	Woda <i>Wasser</i>	Tłuszcz <i>Fett</i>	Azot <i>Stickstoff</i>	Rp* <i>Rohprotein</i>	Chityna <i>Chitin</i>	Popiół <i>Asche</i>	Bezasotowe ciała wyciąg. <i>N-freie Extraktstoffe</i>
	Procentowo. <i>Prozente.</i>								
<i>Deilephila</i>	100.0	25.04	74.96	3.83	2.21	13.30	1.30	1.175	5.435
<i>B. mori</i>	100.0	21.10	78.90	5.95	1.93	11.76	0.82	1.19	1.37
	Miligramy. <i>Milligramm.</i>								
<i>Deilephila</i>	2608.8	652.0	1956.8	99.7	57.6	348.0	34.0	30.6	141.2
<i>B. mori</i>	1030.0	217.4	812.6	61.24	19.9	121.2	8.45	12.3	14.15

Z tabeli XXXI-ej można ocenić, jakie zmiany wywołuje wydzielenie kokonu: poczwarka jedwabnika zawiera procentowo więcej tłuszczu i wody, niż poczwarka wilczomlecza, mniej natomiast ciał azotowych i węglowodanów. Zawartość popiołu ulega wyrównaniu, mimo że kokon zawiera tylko 2 mg popiołu.

Tabela XXXII.

Skład ilościowy motyla.
Zusammensetzung eines Falters.

	Waga Gewicht	Sucha substancja Trochensubstanz	Woda Wasser	Tłuszcz Fett	Azot Stickstoff	"Rp" Rohprotein	Chityna Chitin	Popiół Asche	Bezazot. ciała wyciągowe N-freie Extraktstoffe
Skład procentowy. <i>Prozente.</i>									
<i>Deilephila</i>	100.0	31.75	68.25	6.10	3.34	19.7	3.13	1.90	0.920
<i>B. mori</i>	100.0	28.23	71.77	9.06	2.63	16.0	2.08	1.12	0.028
Miligramy. <i>Milligramm.</i>									
<i>Deilephila</i>	1263.00	400.50	862.50	77.1	42.3	249.0	39.6	24.05	11.63
<i>B. mori</i>	503.56	142.17	361.39	45.5	13.5	80.5	10.5	5.64	0.14
W % zawartości poczwarki. <i>In Prozenten des Puppengehaltes.</i>									
<i>Deilephila</i>	48.4	61.5	44.0	77.4	73.4	71.5	—	78.6	8.24
<i>B. mori</i>	48.7	65.6	44.5	74.3	67.9	66.3	—	45.7	1.00
W % zawartości gąsienicy. <i>In Prozenten des Raupengehaltes.</i>									
<i>Deilephila</i>	31.4	47.3	27.0	54.6	68.0	65.8	—	66.4	4.40
<i>B. mori</i>	22.6	32.6	20.2	63.9	31.9	31.3	—	21.4	0.23

Skład ilościowy obu motyli podaje tabela XXXII. Widzimy, że zmiany podczas okresu poczwarki nie są tak wybitne, jak przy zapoczwarczeniu. Wyraźniej jeszcze wynika to z tab. XXXIII i XXXIV.

Tabela XXXIII.

Ubytek podczas zapoczwarczenia.
Verlust während der Verpuppung.

	Waga Gewicht	Sucha substancja Trochensubstanz	Woda Wasser	Tłuszcz Fett	Azot Stickstoff	"Rp" Rohprotein	Chityna Chitin	Popiół Asche	Bezazot. ciała wyciągowe N-freie Extraktstoffe
Miligrammy. <i>Milligramm.</i>									
<i>Deilephila</i>	1430.0	196.0	1234.0	41.55	4.65	30.5	27.25	5.7	122.8
<i>B. mori</i>	1191.0	219.6	971.4	9.99	22.80	135.8	20.95	14.0	45.7
W odsetkach zawartości gąsienicy. <i>In Prozenten der Raupenvorräte.</i>									
<i>Deilephila</i>	35.4	23.15	38.5	29.40	7.3	8.05	—	15.7	46.5
<i>B. mori</i>	53.7	50.20	54.5	13.80	53.5	52.80	—	53.4	76.5

Tabela XXXIV.

Ubytek podczas okresu poczwarkowego.
Verlust während der Puppenperiode.

	Waga Gewicht	Sucha substancja Trockensubstanz	Woda Wasser	Tłuszcze Fett	Azot Stickstoff	„Rp“ Rohprotein	Chityna Chitin	Popiół Asche	Bezazot. ciała wyciągowe N-freie Extraktstoffe
Miligramy. Milligramm.									
<i>Deilephila</i>	1345.8	251.5	1094.3	22.60	15.3	99.0	34.0	6.55	129.57
<i>B. mori</i>	526.4	75.2	451.2	15.74	6.4	40.7	8.45	6.66	14.01
W odsetkach zawartości poczwarki. In Prozenten des Puppengehaltes.									
<i>Deilephila</i>	51.5	38.6	56.0	22.65	26.5	28.4	—	21.4	91.6
<i>B. mori</i>	51.2	34.6	55.6	25.70	32.2	33.6	—	54.0	99.0
W odsetkach zawartości gąsienicy. In Prozenten des Raupengehaltes.									
<i>Deilephila</i>	33.30	29.6	34.3	15.95	24.6	26.0	—	18.0	49.0
<i>B. mori</i>	23.65	22.3	25.3	22.30	15.0	15.8	—	25.3	23.4

Wyżej podane wartości dają przegląd zmian, którym ustrój motyla podlega podczas przeobrażenia. W dalszym ciągu przeliczyliśmy zawartości gramowe na równoważniki energetyczne, wstawiając 9.3 kal. (kal. kg.) za gram tłuszczu, 4.3 kal. gram „Rp“, a 4.1 kal. za 1 g „wyciągowych ciał bezazotowych“. Przytoczę też w tem miejscu ciepła spalania ustalone przez FARKASA ('03).

1 g suchej substancji

Gąsienicy . . .	odpowiada	5.509 kal.
Poczwarki . . .	„	6.011 „
Motyła . . .	„	6.15 „
Chityny . . .	„	4.65 „
Kwasu moczowego	„	2.749 „

Gąsienica jedwabnika zawiera 437 mg suchej substancji, co według wartości FARKASA daje 2.41 kal. Motyl w swoich 142.2 mg suchej substancji przedstawia wartość 0.877 kal. Różnica wynosi 1.533 kal w 294.8 mg. Z różnicy wyliczamy:

25.73 mg tłuszczu	odpowiada	0.239 kal.
176.5 „ „Rp“	„	0.759 „
59.7 „ bezazot. ciał wyciąg. „	„	0.2442 „
10.45 „ chityny	„	0.0485 „
20.66 „ popiołu	—	—
<hr/>		
293.04 mg		1.2908 kal.

Do tego trzeba dodać ciepło spalania powstałego kwasu moczowego przyjmując, że cały azot białka spalonego zjawia się jako kwas moczowy. Dodając więc 0.243 kal, otrzymujemy 1.5338 kal, zatem liczbę zupełnie tę

samą, co na podstawie wartości FARKASA. Naturalnie taki stopień zgodności jest dziełem przypadku.

Poczwarka zawiera 217.4 mg suchej substancji, czyli 1.308 kal. Z tabeli XXXII wyliczamy 1.2971 kal, przeciętnie 1.3025 kal. Stąd obliczamy jako stratę podczas zapoczwarczenia 1.1075 kal, podczas stadjum poczwarki 0.4255 kal.

Od powyższych wartości musimy odjąć wartość cieplną wydzielin: 122.5 mg oprzędu daje 0.5995 kal, zaś 20.95 mg chityny: 0.0975 kal, razem 0.697 kal. W czasie rozwoju poczwarki chityna wydalona przedstawia wartość 0.0393 kal, kwas moczowy 0,065 kal, razem 0.0998 kal.

Po odjęciu powyższych wartości otrzymujemy na przemianę materji podczas zapoczwarczenia 0.4105 kal, z których 0,0929 kal, t. j. 22.6% pochodzi od spalonego tłuszczu, reszta, 0,3176 kal, t. j. 77.4% od ciał nietłuszczowych; podobnie dla okresu poczwarkowego otrzymujemy 0.3257 kal, z tego 0.1464 kal, t. j. 45% z tłuszczu, zaś 0.1793 kal, t. j. 55% z ciał nietłuszczowych.

Podobne obliczenia dla wilczomlecza, oparte na tabeli XXX, dają następujące wyniki:

Gąsienica zawiera 848.0 mg suchej substancji, równoważnych 4.701 kal; poczwarka o 652.0 mg suchej substancji przedstawia wartość 3.643 kal; motyl, zawierający 400 mg substancji suchej — 2.361 kal.

Z powyższych danych obliczamy całkowitą stratę podczas zapoczwarczenia na 1.058 kal, podczas okresu poczwarkowego na 1.282 kal; od pierwszej z tych wartości odliczamy 0.0685 kal na oprzęd, 0.1268 kal na chitynę, od drugiej zaś 0.1632 kal na chitynę i 0.1485 kal na kwas moczowy.

W ten sposób wypada na przemianę materji podczas zapoczwarczenia 0.8627 kal, z których 0.3865 kal, t. j. 44.8% pochodzi ze spalania tłuszczów, 0.4762, t. j. 55.2% z ciał nietłuszczowych. Na okres poczwarkowy pozostaje 0.9703 kal, z których 0.210 kal, t. j. 21.6% dostarcza tłuszcz, resztę zaś, 0.4603 kal, t. j. 78.4% ciała nietłuszczowe.

Wartości te możemy sprawdzić na podstawie doświadczeń oddechowych. W II rozdz. (str. 242) znaleźliśmy jako średnie zużycie tlenu w czasie całego zapoczwarczenia: 52.7 litrów tlenu na 1 kg wagi średniej (t. j. pół ciężaru gąsienicy więcej pół ciężaru początkowego poczwarki). Wadze średniej 3.3234 g odpowiada zużycie 172.5 cm³ tlenu.

Przenosząc na te doświadczenia wartości wyliczone dla wyższych zwierząt, przyjmujemy (dla ilorazu oddechowego 0.870) wartość kaloryczną tlenu, równą 4.887 kal. Wyliczamy więc na tej drodze wielkość przemiany materji podczas zapoczwarczenia na 0.8562 kal, co daje różnicę od wyniku metody poprzedniej (0.8627 kal) o 0.0065 kal, czyli o 0.75%.

Zużycie tlenu dla okresu poczwarkowego wyliczamy z tabeli IV (str. 246). Wynosi ono 76.81 litra na 1 kg wagi początkowej poczwarki, czyli 198.5 cm³ na 2.609 g. Nie znając ściśle ilorazu oddechowego, musimy się tu zadowolić średnią wartością kaloryczną tlenu: 4.86 kal na litr, co daje 0.966 kal. I tu różnica nie przekracza pół od sta.

Tabela XXXV zbiera porównawczo omówione wyżej wartości.

Tabela XXXV.

Przemiana energii w czasie przeobrażenia.
Energieumsatz während der Metamorphose.

Gatunek zwierzęcia Tierart	Cała przemiana Gesamtumsatz kal	Tłuszcz Fett kal	„Nie-tłuszcz“ Nicht-Fett kal
Zapoczwarczenie. <i>Verpuppung.</i>			
<i>Deilephila</i>	862.7	386.5 — 44.8%	476.2 — 55.2%
<i>B. mori</i>	410.5	92.9 — 22.6%	317.6 — 77.4%
Okres poczwarkowy. <i>Puppenperiode.</i>			
<i>Deilephila</i>	970.3	210.0 — 21.6%	760.3 — 78.4%
<i>B. mori</i>	325.7	146.4 — 45.0%	496.9 — 67.5%
Całe przeobrażenie. <i>Die ganze Metamorphose.</i>			
<i>Deilephila</i>	1833.0	596.5 — 32.5%	1236.5 — 67.5%
<i>B. mori</i>	736.2	239.3 — 32.5%	496.9 — 67.5%

7.

W omówionych wyżej analizach nie znajdujemy wystarczających danych, by określić osobno udział białka i węglowodanów w przemianie materji. Możemy jedynie oprzeć się na przybliżonych obliczeniach.

KELLNER ('84, str. 73) podaje dla jedwabnika, że poczwarka zawiera 7.06 mg azotu niebiałkowego i niechitynowego, który w myśl wywodów tego autora możemy uważać za azot kwasu moczowego. Odpowiada to spaleniu 43.7 mg białka, czyli 0.188 kal. Prawdopodobnie jednak pewna ilość kwasu moczowego zostaje zrzucana wraz ze skórką gąsieniczą. Wynika stąd, że conajmniej 46% energii przy zapoczwarczeniu pokrywa białko, 22.6% wypada na tłuszcz, więc na węglowodany zostaje conajwyżej 31.4%.

Dalej znajdujemy u KELLNERA w tej samej tabeli, że strata azotu białkowego podczas okresu poczwarkowego wynosi 0.71 mg, czyli 19.1 kal. W tym więc okresie pokrywałoby białko ledwie 5.7%, węglowodany 49.3% a tłuszcz 45%.

Nie znamy ilości azotu białkowego u wilczomlecza. Dla orientacji możemy jedynie obliczyć „beazotowe ciała wyciągowe“ jako węglowodany, otrzymując wtedy następujący podział:

Dla zapoczwarczenia 44.8% energii pochodzi ze spalania tłuszczu, 13% z białka, a 42.2% z węglowodanów. Dla okresu poczwarki obliczamy analogicznie na tłuszcz 21.6%, na białko 41.3%, a na węglowodany 37.1%.

Pośredniem potwierdzeniem tego rachunku są wartości ilorazu oddechowego, po odliczeniu części wymiany gazowej, przypadającej na tłuszcz. Otrzymujemy wtedy dla zapoczwarczenia 1.00, zaś dla okresu poczwarki 0.87, co przemawia za większym udziałem białek w przemianie okresu poczwarkowego.

Z powyższych rozważań wynika, że między przemianą materji wilczomlecza i jedwabnika zachodzi w poszczególnych okresach przeobrażenia wybitna różnica. I tak podczas zapoczwarczenia wykazuje wilczomleczek przemianę materji, przypo-

minającą nieco przemianę głodową zwierząt wyższych: 87% energii dostarczają ciała bezazotowe. W tym czasie pokrywa jedwabnik 46% wydatku energii przez rozkład białka, zużywając równocześnie ogromne jego ilości — więcej, niż wogóle przechodzi do poczwarki — na oprzęd.

W okresie poczwarki stosunki odwracają się: jedwabnik pokrywa ledwo 6% swych potrzeb energetycznych przez rozkład białka, zużywając na resztę tłuszcze i węglowodany. U wilczomlecza udział białka dochodzi do 41%, udział zaś tłuszczów ogranicza się do 21.6%.

Widzimy tu zastanawiającą różnicę między dwoma, niezbyt od siebie filogenetycznie oddalonymi gatunkami. Nasuwają się tu słowa G. W. MÜLLERA ¹⁾: „Wenn ein Forscher die beim Studium der Atmung des Frosches gewonnene Anschauung unbesehen in allen Einzelheiten auf den Mensch übertragen wollte, so wäre er nicht so schweren Irrtümern ausgesetzt, wie das der Fall ist bei ähnlichen Schlüssen bei Insekten, bisweilen bei nahe verwandten Formen, Vertretern derselben Familie“. Słowa te możemy odnieść nietylko do oddychania, ale i do chemizmu przemiany materji.

Nasuwają się dalej związki między spalaniem tłuszczu i białka. Z liczb powyższych wynika, że większy udział tłuszczu w przemianie ogranicza rozpad białka, podobnie, jak u zwierząt wyższych. Jeśli nawet wartości podane dla białka nie są zbyt ścisłe, to przecie zależność ta występuje we wszystkich czterech przypadkach (t. j. u 2 gatunków w dwu okresach) w sposób zupełnie analogiczny, co nie może być dziełem przypadku.

W tabeli XXXVI zestawiamy szereg danych z literatury, podając wielkość przemiany na jednostkę wagi.

Jeśli uwzględnimy duże różnice między owadami wymienionymi w tabeli, a zwłaszcza różnice w sposobie przeobrażenia, to musimy uznać wartości, podane w tej tabeli, jako dość zbliżone. Zastanawia to tem bardziej, że całkowite zużycie materji podczas przeobrażenia bywa bardzo różne, jak to wykazuje tabela XXXVII.

Z danych tej tabeli wynika, że najmniej energii na przebycie drogi od gąsienicy do imago traci wilczomleczek, donosząc połowę wartości cieplnej gąsienicy. Największe straty ponosi jed-

¹⁾ WREDE ('26), dopisek.

²⁾ STRAUS ('11).

Tabela XXXVI¹⁾.

Zużycie energii w kalorjach na 1¹/₂ kg.
Energieumsatz in Kalorien auf 1 kg.

	Gąsienicy Raupe ²⁾		Poczwarki Puppe ²⁾		Imago ²⁾		Wagi średniej Mittl. Gewicht ²⁾	
Podczas zapoczwarczenia. Während der Verpuppung.								
<i>Deilephila euphorbiae</i>	214.0	1018.0	330.5	1322.0	—	—	259.2	1150.0
<i>Bombyx mori</i>	183.0	934.0	396.0	1875.0	—	—	250.0	1245.0
<i>Ophyra cadaverina</i>	—	—	—	—	—	—	343.0	1067.0
Podczas okresu poczwarkowego. Während der Puppenperiode.								
<i>Pyrameis atalanta</i>	—	—	413.0	—	—	—	—	—
<i>Argynnis paphia</i>	—	—	392.0	—	843.0	—	560.0	—
<i>Deilephila euphorbiae</i>	—	—	373.0	1490.0	770.0	2430.0	503.0	1845.0
<i>Bombyx mori</i>	—	—	318.0	1515.0	654.0	2305.0	429.0	1830.0
<i>Calliphora vomitoria</i>	—	—	—	—	—	—	349.5	—
<i>Ophyra cadaverina</i>	—	—	—	—	—	—	486.0	1444.0
<i>Tenebrio molitor</i>	—	—	396.0	—	—	—	—	—
<i>Apis mellifica</i> (robot.)	—	—	450.0	1965.0	—	—	—	—
Podczas całego przeobrażenia. Während der ganzen Metamorphose.								
<i>Deilephila euphorbiae</i>	455.0	2165.0	830.0	3320.0	1710.0	5409.0	698.0	2880.0
<i>Bombyx mori</i>	331.0	1683.0	715.0	3390.0	1460.0	5175.0	568.0	2910.0
<i>Ophyra cadaverina</i>	—	—	—	—	—	—	857.0	2593.0

Tabela XXXVII.

Z zawartości ciepłej dorosłej gąsienicy zostało zużyte:
Vom Energiegehalt reifer Raupe (Larve) wurde:

Gatunek zwierzęcia Tierart	Na wytworzenie poczwarki, wzgl. imago Zum Aufbau der Puppe bzw. Imago verwen- det	Wydzieliny i wydaliny An Sekreten ausgeschieden	Na wytworze- nie energii pod- czas przeobra- żenia Zum Energie- umsatz ver- braucht
Podczas zapoczwarczenia. Während der Verpuppung.			
<i>Deilephila euphorbiae</i>	77.5%	4.1%	18.5%
<i>Bombyx mori</i>	54.0%	28.9%	17.1%
<i>Ophyra cadaverina</i>	69.7%	15.3%	15.0%
Podczas okresu poczwarkowego. Während der Puppenperiode.			
<i>Deilephila euphorbiae</i>	50.2%	6.6%	20.7%
<i>Bombyx mori</i>	36.1%	4.15%	13.5%
<i>Ophyra cadaverina</i>	46.4%	12.5%	10.8%
Podczas całego przeobrażenia. Während der ganzen Metamorphose.			
<i>Deilephila euphorbiae</i>	50.2%	10.7%	39.2%
<i>Bombyx mori</i>	36.1%	33.05%	30.8%
<i>Ophyra cadaverina</i>	46.4%	27.8%	25.8%

¹⁾ Przeliczone z danych: (umgerechnet nach): FARKAS (*Bombyx mori*), TANGL (*Ophyra cadav.*), WEINLAND (*Calliphora vomit.*), KROGH (*Tenebrio molitor*), STRAUS (*Apis mell.*), HELLER (*Pyrameis*, *Argynnis*, *Deilephila*).

²⁾ Po lewej na 1 kg żywej — po prawej na 1 kg suchej wagi.
Links auf 1 kg Lebend- rechts auf 1 kg Trockengewicht.

wabnik, donosząc mało ponad $\frac{1}{3}$; miejsce pośrednie zajmuje mucha. Odwrotny porządek wykazują wartości cieplne wydzielin wzgl. wydalin. Jedwabnik wykazuje tu wartość najwyższą, prawie $\frac{1}{3}$ całego zapasu, najniższą wilczomleczek z zawartością 10.7%. *Ophyra* zajmuje miejsce pośrednie.

Przy porównaniu długości życia tych trzech owadów okazuje się, że najkrócej bo 1 — 2 dni żyje jedwabnik, najdłużej, bo 12 — 14 dni zawisak, mucha zaś i tutaj zajmuje miejsce pośrednie, żyjąc około 6 dni. Czy jest to zbieżność przypadkowa, czy też istnieje jakiś głębszy związek między długością życia a stratą energii podczas przeobrażenia — tego na podstawie tak szczupłego materiału rozstrzygnąć nie można. Trzeba jedynie pamiętać, że poczwarki obu motyli różnią się nieznacznie pod względem składu procentowego.

8.

Wyniki powyższych badań i rozważań dadzą się ująć następująco:

1°. W czasie zapoczwarczenia zużywa wilczomlecze kprzeważnie tłuszcz, jedwabnik—ciała nietłuszczowe.

2°. Podczas okresu poczwarki przeważa u wilczomlecza rozpad ciał nietłuszczowych; tłuszcz dostarcza u niego ledwo $\frac{1}{5}$ całej ilości energii, podczas gdy u jedwabnika w tym samym okresie tłuszcz pokrywa prawie połowę całego zapotrzebowania energii.

3°. Przy dużem zużyciu tłuszczów spalają się przeważnie węglowodany (lub vice versa) i mało białka. Przy małym zużyciu tłuszczu widzimy wybitny udział białka w przemianie materji, węglowodanów zaś mniejszy.

4°. Różnice powyższe zacierają się, jeśli porównywać przemianę materji sumarycznie dla obu okresów.

5°. Ilość kaloryj wydzielonych na jednostkę wagi podczas przeobrażenia jest dla różnych owadów wielkością tego samego rzędu.

6°. Wartość cieplna owadu doskonałego w odsetkach tej wartości u gąsienicy jest różna, w za-

leżności od wartości cieplnej ciał wydzielonych (oprzęd). U wilczomlecza wynosi 50%, u jedwabnika tylko 36%; kokon zawiera 25% wartości cieplnej gąsienicy.

VII. O głodowej przemianie materji u motyli.

1.

W związku z omawianemi powyżej różnicami, zachodzącemi w przemianie materji podczas przeobrażenia między jedwabnikiem i wilczomleczeniem, nasuwało się pytanie, czy te różnice nie zaznaczają swego wpływu przy badaniu przemiany materji w okresie imaginalnym. Poza tem zachodzi między oboma gatunkami jeszcze i ta różnica, że jedwabnik jako motyl nigdy nie pobiera pokarmu, wilczomleczek zaś odżywia się w tym okresie.

Poza tą sprawą nasuwały się jeszcze inne skojarzenia, zachęcające do poznania przemiany głodowej wilczomlecza. Chodziło mianowicie o to, czy wyniki potwierdzą zapatrywania BIAŁASZEWICZA ('19), odnośnie głodowej przemiany materji wogóle.

Badacz ten rozwija, na podstawie swej pracy nad przemianą materji u pijawek, a następnie na podstawie prac swoich uczniów na innych zwierzętach pogląd, że charakter przemiany głodowej pozostaje w związku ze zdolnością regulowania ciepłoty ciała.

Według BIAŁASZEWICZA należy odróżniać dwa typy głodowej przemiany materji: jeden, właściwy zwierzętom zmiennocieplnym, charakteryzuje się znacznym udziałem białka w głodowej przemianie materji, drugi, który należy uważać za wyższy stopień przystosowania, wykazać można u stałocieplnych i polega on na tem, że w przemianie głodowej bierze głównie udział tłuszcz, ograniczając rozpad białka. BIAŁASZEWICZ uważa, że ten typ opiera się na istnieniu specjalnej kategorii (w znaczeniu fizjologicznem) tłuszczów, którą określa jako tłuszcz zapasowy, służący jedynie jako źródło energii, jako składnik metaplazmatyczny. Tłuszczowi zapasowemu przeciwstawia tłuszcz konstytucyjny, który spalać się może tylko w związku z białkiem, a nie jako materiał zapasowy.

Dalszy ciąg tych rozważań spotykamy w pracach: LIBRACHÓWNY ('22) nad płazami („niższy” typ przemiany materji głodowej) i SZRETTERA ('22) nad gadami (typ „pośredni”). Przemianę głodową larw mącznika badała SZWAJSÓWNA ('16). Z badań jej wynika, że ciała bezazotowe ulegają rozpadowi w przeszło 50%, podczas gdy ich zawartość w ciele przed głodzeniem wynosi 46.55%.¹⁾ Wreszcie PILEWICZÓWNA ('25) oznaczyła wy-

¹⁾ Przeliczone na podstawie tab. XI.

mianę oddechową karaczanów podczas głodu i przy odżywianiu, znajdując, że iloraz oddechowy zależy od rodzaju pokarmu. Zużycie tlenu w głodzie utrzymuje się — po krótkotrwałym początkowym obniżeniu — na stałym poziomie, podobnie ciężar waha się nieznacznie, dzięki zwiększonemu pobieraniu wody.

Przeciw takiemu ujęciu sprawy przemiany głodowej nasuwają się pewne wątpliwości. W komórce mogą się spalać zarówno białko, jak i tłuszcz. Trudno przypuścić, żeby stosunek ich udziału w przemianie materji zależał jedynie od regulacji ciepłoty ciała. Jeśli wyłączymy lipiny, wchodzące w skład zarodki (do których zapewne odnoszą się słowa autora o tłuszczach, związanych tak z białkami, że tylko równomiernie z nimi mogą ulec spaleni), to pozostanie nam także u niższych zwierząt spora ilość tłuszczu metaplazmatycznego. Prawdopodobniejszy wydawałby się związek ilościowego udziału tłuszczów czy białka w głodowej przemianie — z warunkami otoczenia.

Nasuwa się mianowicie w tem miejscu związek między udziałem poszczególnych składników ciała, wzgl. pokarmu w przemianie materji, a warunkami wydalania końcowych produktów przemiany. Na ten punkt zwrócił uwagę PARNAS (26), podnosząc, że przez spalenie 100 g białka w ustroju otrzymuje się tylko 41.3 g wody, przyczem powstaje zadanie wydalania mocznika, wzgl. kwasu moczowego. Natomiast tłuszcz, spalony w ilości 100 g daje 107 g wody, nie obciążając ponadto ustroju nietlenymi produktami końcowymi. Może ustrój wykorzystuje te własności tłuszczu w przypadkach utrudnionego doprowadzania wody. Za takim wnioskiem przemawia fakt, że zwierzęta morskie wykazują naogół większe zapasy tłuszczu, niż pokrewne gatunki słodkowodne. Podobnych stosunków możnaby oczekiwać u zwierząt pustynnych.

Nowsze badania PILEWICZÓWNY (26) nad przemianą głodową u pływaków zdają się przeczyć tym wywodom. Tłuszcz bowiem zużywa się u tych chrząszczy podobnie, jak u lądowych. Nasuwa się tu jednak uwaga, czy pływaka w stadium imago można wogóle uważać za zwierzę wodne? Jedyna różnica, jaką wykazują pływaki w przytoczonych doświadczeniach w stosunku: np. do chrząszcza majowego, polega na braku ubytku wody. Czy w doświadczeniach, prowadzonych np. w mchu, nie zatarłaby się ta różnica? Trudno zaś oczekiwać, by charakter przemiany materji, t. j. większy czy mniejszy udział tłuszczu, zmieniał się indywidualnie zależnie od środowiska. Trzebaby więc dla rozstrzygnięcia tej sprawy wybrać zwierzę naprawdę wodne, związane ze środowiskiem istotnie.

2.

Motyle wilczomlecza, otrzymane z własnej hodowli, ważyłem w zamkniętych naczyniach wagowych. Następnie umieszczałem je pod dużemi kloszami szklanemi, gdzie pozoścawały w 18° aż do śmierci. Poza krótkiem lataniem o świetle i o zmierzchu siedziały owady przeważnie nieruchomo. Strata wagi zgadzała się z ubytkiem grupy kontrolnej — kilku motyli, puszczonej w pokoju zupełnie wolno. Kopuli nie zauważyłem; do złożenia jaj nie doszło w żadnym przypadku¹⁾. W ciągu pierwszych dni motyle

oddawały większe ilości moczu²⁾. Długość życia wynosiła 9—14 dni. Po powtórznem zważeniu suszyłem cmy w 105° do stałej wagi, poczem rozcierałem dokładnie i po przemieszaniu większej ilości otrzymanego proszku brałem próbki do oznaczeń chemicznych. Sposób postępowania i obliczania wyników był ten sam, co w rozdziale poprzednim.

Średnia waga ciała przy śmierci głodowej, obliczona z 14 oznaczeń, była 522.5 mg, co odpowiada dokładnie 20% wagi początkowej poczwarek. Z 11 oznaczeń suchej substancji otrzymujemy średnią 44.3%, zawartość wody spada więc do 55.7%. Tłuszcz stanowi 10.12% (9.73×1.04) suchej, czyli 4.5% żywej wagi.

Zawartość azotu, obliczona jako średnia z sześciu oznaczeń, wynosi 4.96% żywej wagi. Chityna stanowi 7.5, popiół 3.08%, z czego wyliczamy „Rp” na 28.1, a „bezażotowe ciała wyciągowe” na 1.04%.

Wartości te, również po przeliczeniu na miligramy, zestawia tab. XXXVII w porównaniu z odpowiednimi wartościami dla świeżo wylęgłego motyla.

Tabela XXXVIII.

Skład ilościowy motyla wilczomlecza.
Zusammensetzung eines Wolfsmilchschwärmers.

	Waga <i>Gewicht</i>	Sucha sub- stancja <i>Trock- ensub- stanz</i>	Woda <i>Wasser</i>	Tłuszcz <i>Fett</i>	Azot N	„Rp” <i>Roh- protein</i>	Chityna <i>Chitin</i>	Popiół <i>Asche</i>	Bezazo- towe cia- ła wyc. <i>N-freie Extrakt- stoffe</i>
Świeżo wylęgły <i>Frisch ausge- schlüpft</i>	100.0%	31.75%	68.25%	6.1%	3.34%	19.7%	3.13%	1.9%	0.92%
Zagłodzony <i>Beim Hungertode</i>	41.3%	44.3%	55.7%	4.5%	4.96%	28.1%	7.5%	3.08%	1.04%
Strata *) <i>Verlust *)</i>	58.7%	42.2%	66.3%	69.5%	38.6%	41.0%	1.01%	33.0%	53.2%
Milligramy. <i>Milligramm.</i>									
Świeżo wylęgły <i>Frisch ausge- schlüpft</i>	1263.0	400.5	862.5	77.1	42.3	249.0	39.6	24.05	11.63
Zagłodzony <i>Beim Hungertode</i>	522.5	231.5	291.0	23.5	25.95	146.9	39.2	16.1	5.44
Strata <i>Verlust</i>	740.5	169.0	571.5	53.6	16.35	102.1	0.4	7.95	6.19

*) W % wagi początkowej. *In Proz. des Anfangsgewichts.*

¹⁾ Chcąc otrzymać jaja dla celów hodowli należy umieścić motyle w ten sposób, by miały dość świeżego powietrza. Stosowaliśmy w tym celu kosze z siatki drucianej lub klatki królicze, odpowiednio uszczelnione, trzymając okna stale otwarte.

²⁾ Niektóre motyle oddają prawie cały mocz przy wylęgnięciu, inne niewiele naraz, resztę zaś w pierwszych dniach po wylęgnięciu. Stąd możliwe różnice w oznaczeniu zawartości popiołu.

Największą stratę w porównaniu ze stanem początkowym, dochodzącą do 70%, wykazuje tłuszcz. Drugie miejsce zajmuje woda (66.3% straty), następnie całkowita strata wagi—58.7%, przy czym strata suchej pozostałości wynosi 42.2%.

Wartość cieplna obniża się o 46.8%, z czego 6.5% odnajduje się w moczu.

Strata azotowych składników, obliczona z zawartości azotu, wynosi 38.6% (wyliczona z zawartości „Rp”: 41.0%). Zawartość „bezaazotowych ciał wyciągowych“ jest bardzo mała, zużycie wynosi przeszło połowę. Różnica, znaleziona dla zawartości chityny (0.4 mg), leży w granicach błędu.

Dość znaczny ubytek wykazuje zawartość popiołu, bo trzecią część pierwotnej ilości. Możliwe jednak, że wpływa tu spóźnione oddawanie moczu po wylęgnięciu, dając za wysoką zawartość popiołu u motyla świeżo wylęgłego. Mimo znacznego ubytku zawartość procentowa części mineralnych wzrasta przy śmierci głodowej na 3.08% żywej wagi.

Całkowita produkcja energii wynosi w tym czasie 0.964 kal. Z tej ilości dostarcza tłuszcz 0.499 kal, czyli 51.7%, białko 0.439 kal czyli 45.5%, zaś 0.026 kal, czyli 2.7%, przypada na węglowodany.

Przeprowadzimy jeszcze kontrolę tych wartości na podstawie doświadczeń oddechowych. Z zestawienia na str. 253 wynika, że przeciętna produkcja dwutlenku węgla wynosi 0.531 cm³ na godzinę, zaś średni czas życia 288 godzin. Daje to w sumie 153 cm³. Z podanych wyżej ilości kaloryj i z wartości kalorycznej dwutlenku węgla dla każdego z tych składników wypada 156.85 cm³. Różnica wynosi 3.85 cm³, czyli 2.5%.

Wartość kaloryczna 1 litra CO ₂	Z 964 zużytych kal. wypada:
dla tłuszczu: 6.63	499 kal. — 75.2 cm ³ CO ₂
dla białka: 5.73	435 kal. — 76.5 cm ³ CO ₂
dla węglowodanów: 5.05	26 kal. — 5.15 cm ³ CO ₂
Razem: 156.85 cm ³ CO ₂	

W przyrodzie powinny te stosunki wyglądać inaczej: tam wilczomlecze spożywa znaczne ilości węglowodanów (nektar kwiatowy), przez co jego przemiana materji zbliża się do przemiany podczas przeobrażenia.

Zestawimy teraz wartości, otrzymane dla wilczomlecza z innymi, podanymi w literaturze dla innych owadów. Dla łat-

wiejszej oceny, o ile wartości te przemawiają za poglądem BIALASZEWICZA, przeliczyłem zużycie białka i tłuszczu w ten sposób, że wyrażam je w odsetkach zawartości początkowej.

Tabela XXXIX ¹⁾.

Głodowa przemiana materji u różnych owadów.
Hungerstoffwechsel verschiedener Insekten.

Gatunek zwierzęcia <i>Tierart</i>	Czas trwania dni <i>Dauer Tage</i>	Strata w % wartości początk. <i>Verlust in Proz. des Anfangs- gehaltes</i>						Dostarczono % całego zużycia przez <i>Es wurden geliefert von</i>			Zużycie energii na kg suchej substancji, kal. <i>Energieverbrauch auf 1 kg Trockensubstanz, Cal.</i>
		Wagi <i>Gewichtsverlust</i>	Wody <i>Wasser</i>	Suchej substancji <i>Trockensubstanz</i>	Tłuszczu <i>Fett</i>	Białka <i>Eiweiß</i>	Wartości cieplnej <i>Energie</i>	Tłuszcz <i>Fett</i>	Białko <i>Eiweiß</i>	Węglowodan <i>Kohlhydrat</i>	
<i>Deilephila euphorbiae</i>	12	58.7	66.3	42.2	69.5	41.0	40.3	51.7	45.5	2.8	3050
<i>Bombyx mori</i>	2	—	—	52.9	—	—	33.0	—	—	—	2762
<i>Ophyra cadaverina</i>	6	—	—	44.3	—	—	49.0	64.2	<35.8	?	ca. 4200
<i>Melolonta vulgaris</i>	21	29.9	35.8	15.1	85.65	21.9	28.5	68.7	31.3	—	1430
<i>Geotrupes stercorarius</i>	8	21.6	30.6	4.8	62.8	19.3	21.2	65.0	35.0	—	1010
<i>Dytiscus marg.</i>	20	10	+1.7	29.7	96.5	25.5	—	71.2	28.8	—	2240
<i>Bombus terrestris</i>	1.5	24.0	36.2	—	20.6	7.45	1.7	58.5	41.5	—	?
Ważka. <i>Libelle</i>	3	20.2	28.7	—	49.0	10.8	4.0	66.8	32.0	1.2	212

Co do liczb, zestawionych w tej tabeli, to wartości, podane przez SLOWTZOFFA dla ważek ('05) i trzmieli ('05) musimy traktować osobno, ponieważ w tym przypadku śmierć nastąpiła nie z wyczerpania zapasów, ale — jak sam autor przypuszcza, z powodu gwałtownego wysuszenia ciała.

Reszta zestawionych gatunków wykazuje bardzo różną długość życia. I tak jedwabnik żyje 1—2 dni, chrabąszcz majowy 21 dni. Trzy pierwsze gatunki pochodziły z hodowli, dwa ostatnie zostały schwytane w przyrodzie jako owady doskonałe. Po-

¹⁾ Wartości tej tabeli otrzymano przez przeliczenie wyników analiz: FARKAS ('03) *B. mori*, TANGL ('09) *Ophyra cad.*, SLOWTZOFF ('03, '09, '05, '05) *Melol. vulg.*, Geotr. *sterc.*, *Bombus terr.*, ważka (*Libelle*) PILEWICZÓWNA ('26) *Dytiscus*.

Die Werte dieser Tabelle wurden obengenannten Arbeiten entnommen und umgerechnet.

zatem u jedwabnika odbyła się kopula i złożenie jaj, u wilczomlecza nie, co do innych gatunków brak odpowiednich wzmianek. Podobnie brak wzmianek odnośnie temperatury.

Wszystkie zestawione wyniki świadczą o ogromnej stracie wody, tak że zawartość suchej substancji ciągle wzrasta. Również zgodnie wykazują wszystkie badania znacznie większy udział tłuszczów w przemianie materji, niżby to odpowiadało ich zawartości odsetkowej. Odnosi się to zwłaszcza do krótszych doświadczeń SLOWTZOFFA, gdzie rozpad tłuszczu czterokrotnie przewyższa zużycie białka.

Jeszcze dobitniej zarysowuje się rola tłuszczów na podstawie liczb, pomieszczonych w trzech ostatnich kolumnach. Zestawiamy tu ilość kaloryj, dostarczonych przez tłuszcz, w odsetkach całkowitej produkcji energii. Z wyjątkiem wilczomlecza, u którego całkowite zużycie materji i energii poszło bardzo daleko (przyczem udział białka z natury rzeczy zawsze wzrasta), wszystkie inne owady wykazują przeciętnie udział tłuszczu 65%. Z pozostałych 35% wypada na węglowodany tylko niewiele, reszta na białko. Przemiana głodowa larw różni się zatem tylko większym udziałem węglowodanów.

Wartości, otrzymane przez PILEWICZÓWNĘ dla pływaka, różnią się od wszystkich innych brakiem ubytku wody, co warunkuje też stosunkowo mały ubytek wagi ciała. Prawdopodobnie wpłynęło na to środowisko wodne.

Wyniki powyższe nie są zgodne z teorią BIAŁASZEWICZA, według której udział tłuszczu i białek powinien u zwierząt zmienocieplnych być proporcjonalny do zawartości tych składników w ciele, tak że skład substancji organicznej nie powinien podlegać zmianie w przebiegu głodzenia. Brak nam jednak dotąd wystarczających punktów oparcia, by teorię tę zastąpić inną, ważania dla wszystkich grup zwierzęcych. W każdym razie rozważania z tej dziedziny będą musiały uwzględnić w większej niż dotąd mierze podniesioną przez PARNASA ('26) sprawę związku między warunkami ekologicznymi a wydalaniem końcowych produktów przemiany materji.

VIII. Przeobrażenie w obrazie rentgenowskim.

W poszukiwaniu metod, któreby pozwoliły szybko i łatwo określić stan rozwoju poczwarki, zwróciłem też uwagę na możliwość posługiwania się rentgenografią. Zdjęcia wykonane przez dr. E. MEISELSA w jego zakładzie wykazały, że poczwarka daje charakterystyczny obraz rentgenowski, zmieniający się z rozwojem. Podjęta wspólnie (HELLER i MEISELS '27) praca doprowadziła do następujących wyników.

1°. Części kryjące (nieprzepuszczające promieni RÖNTGENA).

Silnie kryjące własności ma hemolimfa. Można się o tem łatwo przekonać, robiąc zdjęcie poczwarki raz nieuszkodzonej, potem zaś takiej, której przez nacięcia skrzydeł wypuszczono hemolimfę. Miejsca zajęte przez hemolimfę będą na pierwszym zdjęciu silnie zasłonięte, na drugim zupełnie rozjaśnione. Dla dokładniejszego określenia siły krycia hemolimfy porównaliśmy warstwy 4 cm grubości bitej krwi psiej i hemolimfy gąsienic wilczomlecza w rurkach szklanych, zamkniętych z obu stron papierem parafinowym. Okazało się, że hemolimfa kryje silniej, niż krew psa.

Drugim elementem kryjącym jest zawartość przewodu pokarmowego, niewątpliwie jej części mineralne.

2°. Części przepuszczalne dla promieni RÖNTGENA.

Zupełnie przepuszczalną okazała się chityna. Pozatem występują z obu stron przewodu pokarmowego kuliste przestrzenie przepuszczalne, które zawierają gaz, najprawdopodobniej powietrze. Wykazaliśmy to w ten sposób, że pod ciśnieniem znacznie mniejszym zanurzyliśmy poczwarkę R 10 w roztworze 30% NaBr, poczem gwałtownie dopuszczaliśmy powietrze, powtarzając cały zabieg z obniżeniem ciśnienia do 30 mm Hg jeszcze kilkakrotnie. Gwałtowne zmiany ciśnienia doprowadziły do uszkodzenia tkanek i do wytworzenia jednego pęcherzyka gazowego, wielkości ziarna grochu. Łatwa przesuwalność pęcherzyka, widoczna na dwu kolejnych zdjęciach, stwierdza gazową naturę jego treści. Pozatem widzimy te puste przestrzenie na preparacie poczwarki utrwalonej i zatopionej w parafinie po przecięciu włosowatą pi-

łeczką. Przestrzenie, wypełnione *in vivo* płynem, są w takim preparacie wypełnione parafiną, omawiane zaś przestrzenie są tu puste.

3°. Normalny rozwój poczwarki w obrazie RÖNTGENA.

Gąsienica nie daje w rentgenogramie żadnych szczegółów, nawet przy napięciu 75 K.V. Bezpośrednio po zapoczwarczeniu zjawiają się blisko brzegów ciała w metamerycznym ułożeniu małe, półksiężycowate przestrzenie przepuszczające. Hemolimfa daje mocny cień w części głowowo-tułowiowej i mniejszy w końcu odwłoka. Przewód pokarmowy kryje niezbyt mocno i zaznacza się tem słabiej, że reszta poczwarki daje cień dość znaczny. Zmiany, zachodzące podczas rozwoju, polegają na: a) powiększaniu się przestrzeni przepuszczalnych, które już po 2 — 3 dniach (w rozwoju doraźnym) przyjmują kształt kulisty, b) na przenikaniu części kryjących, rozsianych zrazu po całym ciele poczwarki — do przewodu pokarmowego. Stąd przewód ten kryje coraz mocniej. W ostatnich dniach przed wylęgnięciem zauważyliśmy rozjaśnienie w części głowowej, co zgadza się z obserwowanym równocześnie zanikiem hemolimfy. Cień przewodu zanika również, skupiając się w końcowej części odwłoka. U motyla cienia tego nie widzimy zupełnie. Prawdopodobnie więc chodzi tu o części mineralne, wydalone z „moczem“.



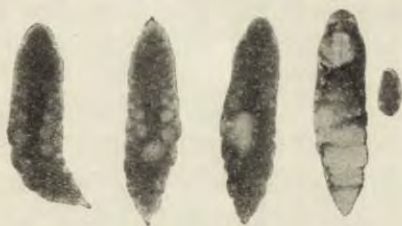
Rys. 10. Zdjęcie rentgenowskie zimującej poczwarki wykonane w styczniu. Po lewej: w ułożeniu grzbietowo-brzusznym, po prawej: w ułoż. bocznym.

Fig. 10. Röntgenogramm einer überwinternden Puppe (Januar). Links: in dorso-ventraler, rechts: in lateraler Lage.

4°. Zaburzenia rozwojowe w obrazie rentgenowskim.

Również w przypadkach nienormalnego rozwoju otrzymujemy charakterystyczny obraz rentgenowski. Badaliśmy dotąd poczwarki, zakażone tachinami, w których można śledzić do-

kładnie postęp spustoszeń, sprawianych przez pasorzytującą larwę. Przy tej sposobności otrzymaliśmy też rentgenogram poczwarki tachiny.



Rys. 11. Zdjęcia poczwarki nakłutej przez tachiny. Kolejne stadja: 6, 8, 11 i 27 dzień po zapoczwarczeniu. Poczwarka o rozwoju doraźnym.

Fig. 11. Eine tachinierte Puppe im Röntgenbilde. Aufeinander folgende Aufnahmen am 6, 8, 11 und 27 Tage nach der Verpuppung (Subitane Entwicklung).

Śledziliśmy też przebieg „wysychania“ poczwarki skutkiem zbyt wysokiej dla danej temperatury przemiany podstawowej w rozwoju przewlekłym (por. str. 278). W tych przypadkach widzimy bardzo szybko zwiększanie się przestrzeni przepuszczalnych i szybko postępujący zanik hemolimfy. Jak długo poczwarka wykazuje przemianę oddechową, co trwa nieraz mimo spadku wagi do 50 i mniej procent wagi początkowej — tak długo możemy wykazać w rentgenogramie charakterystyczną strukturę poczwarki z opisanymi właśnie zmianami. Z ustaniem wymiany oddechowej występuje równocześnie zatarcie się tej struktury i w krótkim czasie (2—3 dni) przedstawia się wewnątrz poczwarki na rentgenogramie jako bezładnie marmurkowana powierzchnia.



Rys. 12. *Saturnia Yama-may*. Na lewo gąsienica w gotowym kokonie. Na prawo ta sama jako poczwarka, 17 dni później

Fig. 12. *Saturnia Yama-may*. Links noch als Raupe, das Gespinnst vollkommen fertig und hart. Rechts: dieselbe nach 17 Tagen als Puppe.

Dalsze badania przeprowadziliśmy z E. MEISELSEM przy współudziale J. SCHEFFNERA nad poczwarkami *Saturnia yama-may*.

Okazało się, że gęsty, podwójny oprzęd jest dla promieni RÖNTGENA zupełnie przepuszczalny. Przestrzenie powietrzne są u tej poczwarki skupione w kształcie trapezu. Wogóle są tu one znacznie słabiej rozwinięte, zapewne w związku z tem, że prządkki są o wiele gorszemi latawcami, niż zawisaki. Badania nad innymi grupami motyli są w toku.

Wnioski ostateczne.

1°. Metamorfoza owadów o przeobrażeniu całkowitem stanowi charakterystyczne, złożone zjawisko, w którym możemy wyróżnić dwie składowe:

a. zmianę postaci, analogicznie do przeobrażenia niezupełnego;

b. zmniejszenie przemiany podstawowej, spotykane także w innych stadjach, np. u zimujących w stanie dorosłym gąsienic.

Czynnik pierwszy jest prawdopodobnie natury humoralnej i pozostaje w związku z mózgiem gąsienicy (KOPEĆ '17, SANCHEZ '24). Czynnik drugi jest związany z komórkami samemi, jest — być może — funkcją jądra komórkowego.

Udoskonalenie tej regulacji przemiany podstawowej uważamy za warunek, który umożliwił dopiero wystąpienie stadjum nieruchomego (poczwarki) i przeprowadzenie podczas tego okresu coraz głębszych zmian, co w dalszym ciągu umożliwiło coraz dalszą specjalizację gąsienicy.

2°. W rozwoju doraźnym poczwarki występuje zależność prędkości rozwoju od wielkości przemiany materji, a co za tem idzie — od temperatury.

Po obniżeniu przemiany (temperatury) do pewnego minimum rozwój ustaje. Poniżej tego punktu przemiana energetyczna ogranicza się do utrzymania ustroju w równowadze (TANGLA „Erhaltungsarbeit“).

Po podwyższeniu temperatury wzrasta szybkość rozwoju, począwszy od wspomnianego punktu proporcjonalnie do temperatury. Wobec tego zależność szybkości rozwoju od temperatury wyraża się z dużą dokładnością wzorem BLUNCKA ('24): $T(t-c) = \text{const.}$; (T : ilość dni, t : temper. doświadczenia, c : temperatura, w której rozwój ustaje).

3°. W rozwoju przewlekłym występuje bardziej złożona zależność prędkości rozwoju od temperatury. Znajdujemy tu

zdolność regulacji przemiany podstawowej, dzięki której przemiana ustala się na tem wyższym poziomie, w im niższej temperaturze przebyła poczwarka pierwsze tygodnie po zapoczwarczeniu. W danej temperaturze jest przemiana materji proporcjonalna do przemiany podstawowej. Stąd w danym przebiegu temperatury zimowej różne poczwarki tego samego gatunku mogą wykazywać zupełnie różny przebieg rozwoju. Przez to zwiększają się znakomicie szanse, że w odpowiednim czasie, niezależnie od przebiegu pogody i temperatury, ukaże się odpowiednia ilość motyli.

4°. Oznaczyliśmy przebieg straty wagi w czasie okresu poczwarkowego u admirała, u wilczomlecza w rozwoju doraźnym i u tego samego zawisaka w rozwoju przewlekłym. Krzywe straty wagi mają ten sam przebieg, bez względu na rodzaj rozwoju.

5°. Wyznaczyliśmy krzywe zużycia tlenu w okresie poczwarki dla admirała, dostojki i wilczomlecza w rozwoju doraźnym i dla wilczomlecza w rozwoju przewlekłym. Krzywe mają ten sam kształt ogólny, co podane przez SOSNOWSKIEGO, WEINLANDA i TANGLA dla much, a przez KROGHA dla mącznika.

6°. Ze zgodności krzywych straty wagi i zużycia tlenu dla obu rodzajów rozwoju wynika, że rodzaje te różnią się jedynie długością trwania, długością względną poszczególnych części okresu i wysokością przemiany podstawowej w okresie najwolniejszego rozwoju. Tem samym należy uznać za niesłuszny pogląd, że poczwarka zimująca pozostaje od zapoczwarczenia aż do wiosny w stanie życia utajonego, by dopiero na wiosnę rozpocząć rozwój.

7°. Im wyższa przemiana podstawowa w okresie minimum, tem krócej trwa w danej temperaturze rozwój i w tem niższej temperaturze jest jeszcze możliwy rozwój doraźny.

8°. U wilczomlecza znaleźliśmy dwa rodzaje gąsienic, z których jedne nie mają zdolności regulowania przemiany podstawowej i są uzdolnione tylko do rozwoju doraźnego, o ile temperatura wynosi 20° lub wyżej, drugie — zimują zawsze, uzyskując tę zdolność dzięki dostosowaniu przemiany podstawowej do temperatury. W przyrodzie stanowią pierwsze tem większy odsetek, im wcześniej w roku zebrano gąsienice. W hodowli wykazano, że w jednym miocie spotykamy oba rodzaje gąsienic i że z krzyżowania osobników zimujących otrzymujemy przewagę gą-

sienic o rozwoju doraźnym. Na tej podstawie przypuszczamy, że uda się wytłumaczyć zjawisko dwupokoleniowości w zgodzie z prawami dziedziczności.

9^o. Dla wilczomlecza wyobrażamy sobie cykl życiowy, złożony z pokolenia zimującego jako poczwarka i dającego nie-liczne skutkiem dużej śmiertelności motyle przez całą wiosnę do lata. Z jaj tych motyli lęgną się gąsienice, przechodzące rozwój doraźny przy małej śmiertelności. Od tego dopiero pokolenia wywodzą się gąsienice, spotykane masowo w sierpniu, które zimują jako poczwarki.

10^o. Wykonaliśmy rozbiór ilościowy wilczomlecza jako dorosłej gąsienicy, świeżej poczwarki, świeżo wylęgłego i zagłodzonego motyla, porównyując wyniki z wartościami KELLNERA dla jedwabnika. W czasie zapoczwarczenia zużywa zawisak głównie tłuszcz, prządka ciała nietłuszczowe; w okresie poczwarkowym stosunek jest odwrotny, tak że dla całego przeobrażenia różnica się zaciera. Przytem stwierdzamy związek między spalaniem poszczególnych składników, polegający na tem, że przy dużym udziale białka, a małym węglowodanów spala się mało tłuszczu, zaś odwrotnie, przy spalaniu dużych ilości tłuszczu zużywa się mało białka, a więcej węglowodanów.

11^o. W przemianie materji głodowej bierze u wilczomlecza tłuszcz znacznie większy udział, niżby to z jego zawartości i proporcjonalnego do niej spalania wynikało.

12^o. Ilość energii, zużywającej się podczas przeobrażenia u różnych owadów, okazuje się po przeliczeniu na jednostkę wagi wielkością tego samego rzędu.

13^o. Wspólnie z E. MEISELSEM badaliśmy rentgenograficznie poczwarki wilczomlecza i stwierdziliśmy, że w czasie rozwoju poczwarki składniki kryjące (prawdopodobnie mineralne) zawarte są zrazu prawie równomiernie w jej ciele, później gromadzą się w przewodzie pokarmowym. Pozatem wykazaliśmy z obu stron przewodu pokarmowego kuliste przestrzenie przepuszczalne, po parze w odcinku, które się stale powiększają w przeciągu rozwoju i które zawierają (przynajmniej w swej części środkowej) powietrze. Oprzęd jest u *Saturnia* dla promieni RÖNTGENA zupełnie przepuszczalny, zaś przestrzenie powietrzne wykazują charakterystyczną, różną niż u wilczomlecza, budowę.

Piśmiennictwo.

- Abderhalden E.** 1923. Studien über das Wachstum der Raupen. Zeitschr. f. physiol. Chemie. **127** (93). **Adam N. K.** 1920. A modification of the Barcroft and Winterstein mikrorespirometers. Bioch. Jour. **14** (679). **Bachmetjew P.** 1901. Exper. entomol. Studien vom physik. chemischen Standpunkt aus: I. Temperaturverhältnisse bei Insekten. Leipzig. **Bachmetjew P.** 1907. Einfluss der äusseren Faktoren auf Insekten. Sophia. **Bachmetjew P.** 1902. Kalorimetrische Messungen an Schmetterlingspuppen. Zeitschr. für wiss. Zool. **71** (550). **Bataillon E.** 1892. Compt. Rend. **115** (61). **Battelli F.** und **L. Stern.** 1912. Die Oxydationsfermente. Erg. d. Physiol. **12** (96). **Battelli F.** und **L. Stern.** 1913. Untersuchungen über die Atmung zerriebener Insekten. Bioch. Zeitschr. **56** (35). **Battelli F.** und **L. Stern.** 1913. Intensität des respiratorischen Gaswechsels der Insekten. Bioch. Zeitschr. **56** (50). **Białaszewicz K.** 1919. Z badań porównawczych nad ogólną przemianą materji i energii. I. Głód i odżywianie u pijawnk. Prace Tow. Nauk. Warsz. III. Wydż., Nr. **32**. **Białaszewicz K.** 1916. Przyrząd do badania wymiany gazowej u zwierząt niższych. Sprawozd. Tow. Nauk. Warsz. Rok **9**. **Biedermann W.** 1914. Farbe und Zeichnung der Insekten („Handbuch der vergl. Physiol.“, H. Winterstein). Jena (1656). **Bishop G. H.** 1923. Autolysis and insect metamorphosis. Journ. of biol. Chem. **58** (567). **Bishop G. H.** 1923. Body fluids of the honey bee larva. I. Journ. of biol. Chem. **58** (543). **Bishop G. H.** 1925. Body fluids of the honey bee larva. II. Ibidem. **66** (77). **Bert P.** 1885a. Observations sur la respiration du bombyx du murier à ses differents états. Compt. Rend. (528). **Bert P.** 1885b. Observations diverses sur la vie des chrysalides du bombyx du murier. Ibidem. (531). **Blunck H.** 1924. Die Entwicklung des *Dytiscus marginalis* L. vom Ei bis zur Imago. 2. Teil. Die Metamorphose. Zeitschr. f. wiss. Zool. **121**. **Bodenheimer F. S.** 1924. On predicting the development-cycles of insects. *Ceratitis capitata*. Bull. Soc. Roy. Entom. d'Egypte (149). **Bodenheimer F. S.** 1926. Über die Voraussage der Generationenzahl von Insekten. III. Zeitschr. f. angewandte Entomol. (91). **Buddenbrock v.** und **Rohr v.** 1923. Die Atmung von *Dixippus morosus*. Zeitschr. f. allgem. Physiol. **20**. (111). **Buddenbrock** und **Rohr.** 1924. Einige Beobachtungen über den Einfluss der Temperatur auf den Gaswechsel der Insekten. Arch. f. ges. Physiol. **194** (468). **Deegener P.** 1909. Die Metamorphose der Insekten. Leipzig, Teubner. **Deegener P.** 1911. Zur Beurteilung der Insektenpuppe. Zool. Anz. **37** (495). **Dewitz J.** 1902. Recherches expérimentales sur la métamorphose des Insectes. Sur l'action des enzymes (oxydases) dans la métamorphose des Insectes. Compt. Rend. Soc. Biol. **Dewitz J.** 1903. Über die Herkunft des Farbstoffes und des Materials des Lepidopterenkokons. Zool. Anz. **27** (161, 617). **Dewitz J.** 1904. Zur Verwandlung der Insektenlarven. Zool. Anz. **28** (166). **Dewitz J.** 1904. Künstliche Verfärbung bei Insekten. Ibidem. **28** (370). **Dewitz J.** 1916. Bedeutung der oxydierenden Fermente (Tyrosinase) für die Verwandlung der Insektenlarven. Ibidem. **47** (123). **Dewitz J.** 1916. Untersuchungen über Geschlechtsunterschiede: 3. Zusammenfassung früherer Resultate. Zool. Anz. **47** (126). **Ellinger T.** 1916. Über den Ruhestoffwechsel der Insekten. Inter-

nation. Zeitschr. f. phys.-chem. Biol. **2**. Farkas K. 1903. Über den Energieumsatz des Seidenspinners während der Entwicklung im Ei und während der Metamorphose. Arch. f. ges. Physiol. **98** (490). Farkas G. und Tangl H. 1926. Die Wirkung von Adrenalin und Cholin auf die Entwicklungszeit der Seidenraupen. Bioch. Zeitschr. **172** (350). Fink D. E. 1925. Metabolism during embryonic and metamorphic development of insects. Journ. of Gen. Physiol. **7** (527). Fridericia L. S. 1913. Respirationsapparat mit selbstkontrollierender Sauerstoffbestimmung. Bioch. Zeitschr. **54** (92). v. Fürth O. und H. Schneider 1902. Über tierische Tyrosinasen und ihre Beziehung zur Pigmentbildung. Hofmeister's Beitr. z. chem. Phys. **1** (229). Garbowski T. 1892. Materialien zu einer Lepidopterenfauna Galiziens nebst system. u. biol. Beiträgen. Sitzungsberichte der Akademie der Wissensch. in Wien. **101** (869). Gaarder T. 1918. Über den Einfluss des Sauerstoffdruckes auf die Atmung. I. Nach Versuchen an Mehlwurmpuppen. Bioch. Zeitschr. **89**. Glaser R. W. 1925. Hydrogen ion concentration in the blood of insects. Journ. of Gen. Physiol. **7** (599). Gedroyć M. 1923. Badania doświadczalne nad metamorfozą owadów. Arch. Tow. Nauk. we Lwowie, Dział III. **2**. Geyer K. 1913. Untersuchungen über die chemische Zusammensetzung der Insektenhämolymphe. Zeitschr. f. wiss. Zool. **105** (349). Goldschmidt R. 1920. Die quantitative Grundlage der Vererbung und Artbildung. Berlin. Goldschmidt R. 1922. Einige Materialien zur Theorie der abgestimmten Reaktionsgeschwindigkeiten. Archiv f. mikr. Anat. und Entw. Mechanik. **98** (292). Haldane J. 1892. A new form of apparatus for measuring the respiratory exchange of animals. Journ. of Physiol. **13** (419). Hazelhoff E. H. Über eine neue Form der Atmungsregulierung bei Insekten und Spinnen. Referat w „Berichte ü. d. ges. Physiol.“. **37** (533). Heidenhain M. 1891. Über Blut und Blutdrüsen bei Raupen. Verh. d. 10. Intern. Med. Kongr. **2**, Abt. I. (83). Heller J. 1924. Sur la transformation des matières albuminoïdes pendant la métamorphose des Lépidoptères (*Deilephila euphorbiae*). Compt. Rend. Soc. Biol. **90** (1360). Heller J. 1925. Unters. ü. d. Metamorphose d. Insekten. I. Stoffwechsel und Entwicklungsdauer bei *D. euphorbiae*. Arch. f. ges. Physiol. **210** (736). Heller J. 1925. Recherches sur le métabolisme nymphal des Insectes. C. R. Soc. Biol. **92** (1006). Heller J. 1925. Unters. ü. d. Metamorphose d. Insekten. II. Ein Respirationsapparat zur Untersuchung des Gaswechsels kleiner Tiere. Bioch. Zeitschr. **165** (411). Heller J. 1926. Unters. ü. d. Metamorphose d. Insekten. III. Über die subitane und latente Entwicklung. Ibidem. **169** (208). Heller J. 1925. Recherches etc. (Suite). C. R. Soc. Biol. **93** (1632). Heller J. 1926. Unters. ü. d. Metamorphose d. Insekten. IV. Spinner und Schwärmer. Bioch. Zeitschr. **172** (59). Heller J. 1926. Unters. ü. d. Metamorphose d. Insekten. V. Über den Hungerstoffwechsel der Schmetterlinge. Tamze. **172** (74). Heller J. und E. Meisels. 1927. Unters. ü. d. Metamorphose d. Insekten. VI. Röntgenographische Untersuchungen über den Entwicklungsvorgang. Biol. Zentr. **47** (257). Hering M. 1926. Biologie der Schmetterlinge. Berlin (Springer). Inouye R. 1912. A contribution to the study of the chemical composition of the silkworm at different stages of its metamorphosis. Journ. Coll. Agric. Tokyo. **5** (67). Janisch E. 1925. Die Temperaturabhängigkeit von Insekten. Arch. f. ges. Physiol. **209** (414). Joel A. 1919. Über den Einfluss der Tem-

peratur auf den Sauerstoffverbrauch wechselwarmer Tiere. Zeitschr. f. physiol. Chemie. **107** (231). **Kellner O.** 1884. Chemische Untersuchungen über die Entwicklung und Ernährung des Seidenspinners. Landwirtsch. Versuchsstationen. **30** (59). **Kellner O.** 1887. Chemische Untersuchungen über die Entwicklung und Ernährung des Seidenspinners. Landwirtsch. Versuchsstationen. II. Ibidem. **33** (381). **Cohnheim O.** 1910. Ein Respirationsapparat für isolierte Organe und kleine Tiere. Zeitschr. f. physiol. Chemie. **69** (89). **Kestner O.** und **R. Plaut.** 1924. Physiologie des Stoffwechsels (w. Hndb. d. vergleich. Physiol.* Winterstein). **2** (901). **Krajnik B.** 1922. Über eine Modifikation des Mikrorespirationsapparates. Bioch. Zeitschr. **130** (286). **Kremer J.** 1925. Die Metamorphose und ihre Bedeutung für die Zellforschung. I. Insecta. Zeitschr. f. mikr.-anat. Forsch. **4** (290). **Kremer J.** 1927. Die Metamorphose und ihre Bedeutung für die Zellforschung. II. Amphibia. Ibidem. **9** (99). **Krogh A.** 1906. Experiment. Untersuchungen über die Ausatmung des freien Stickstoffs aus dem Körper. Sitzbr. d. Akad. d. Wiss. Wien, Matem. Nat. Classe. **115**. **Krogh A.** 1914a. On the rate of development and CO₂-production of chrysalides of *Tenebrio molitor* at different temperatures. Zeitschr. f. allem. Physiol. **16** (178). **Krogh A.** 1914b. Ein Mikrorespirationsapparat und einige damit ausgeführte Versuche über die Temperaturstoffwechselkurve von Insektenpuppen. Bioch. Zeitschr. **62** (266). **Krogh A.** 1920. The quantitative relation between the temperature and standart metabolism in animals. Zeitschr. f. physik.-chem. Biol. **1** (491). **Krogh A.** 1920. Studien über Tracheenrespiration. II. Über Gasdiffusion in den Tracheen. Arch. f. ges. Physiol. **179** (95). **Krogh A.** 1920. Studien über Tracheenrespiration III. Die Kombination von mechanischer Ventilation mit Gasdiffusion nach Versuchen an *Dytiscus*larven. Ibidem. **179** (113). **Krzywanek F.** 1922. Über die Verwendbarkeit des Zuntz-Geppert Apparates bei Respirationsversuchen mit kleinen Tieren. Biochem. Zeitschr. **135** (506). **Kopec St.** 1917. Badania doświadczalne nad przeobrażeniem owadów. Rozpr. Akad. Um. w Krakowie, Ser. B. **57**. **Kopec St.** 1921. Wpływ głodzenia na rozwój i długość życia owadów. Pam. Państw. Inst. Nauk. Gosp. w Puławach. **1** (164). **Kopec St.** 1922. Dalsze poszukiwania nad wpływem głodzenia na rozwój ustrojów zwierzęcych. Doświadczenia z kijankami. Tamże **3** (35). **Kopec St.** 1924. Doświadczenia nad wpływem tarczycy na przeobrażenie i ciężar owadów. Tamże. **5** (1). **Kopec St.** 1927. Dalsze doświadczenia nad wpływem pewnych swoistych substancyj na rozwój i ciężar owadów. Wpływ dodatku witamin. Tamże. **8**. (225). **Librachówna S.** 1922. O przemianie głodowej u płazów. Prace Inst. im. Nenckiego. **1**. **Loeb J.** and **J. H. Northrop.** 1917. On the influence of food and temperature upon the duration of life. Journ. of biol. Chem. **32**. v. **Linden M.** 1902. Zusammenfassende Darstellung der experimentellen Ergebnisse über den Einfluss der Temperatur während der Puppenentwicklung. Zool. Zentrbl. **9**. **Linden M.** 1903. Morphologische und physiologisch-chemische Untersuchungen über die Pigmente der Lepidopteren. Arch. f. ges. Physiol. **98** (1). **Linden M.** 1906. Die Assimilations-tätigkeit bei Puppen und Raupen von Schmetterlingen. Arch. f. Anat. u. Phys. Suppl. (1). **Landois H.** 1864. Beobachtungen über das Blut von Insekten. Zeitschr. f. wiss. Zool. **14**. **Menozzi A.** und **A. Moreschi.** 1908. Bom-

bicesterin. Chem. Zentralblatt. 1 (1377); 1910. 1 (872). **Monné L. i W. Bortelówna** 1925. Analiza genetyczna ubarwienia gąsienicy motyla *Lym. dispar*. Kosmos. 50 (887). **Müller F.** 1910. Biologische Gasanalyse. (Abderhalden. Hdb. d. biol. Arbeitsmethoden, 2. Aufl. IV.) **Necheles H.** 1924. Über Wärme-regulation bei wechselwarmen Tieren. Arch. f. ges. Physiol. 204 (72). **Newport cyt. według Ehrenberga** „w Hdb. d. vgl. Physiol“. II. 2 (741—742). **Needham J.** 1925. Physiol. Reviews. 5. **Münzer E. und W. Neuman.** 1917. Zur Verwendung des Differentialapparates von Barcroft. Bioch. Zeitsch. 81 (319). **Ostreykówna M.** 1924. Materjały do morfologii i biologji błyszczki gammy. Prace Tow. Przyj. Nauk w Wilnie. 2 (1). **Parnas J.** Methoden zur Beeinfl. d. tierischen Entwicklung durch Gase und z. Bestimmung d. resp. Gaswechsels. Hdb. d. biol. Arbeitsmethoden. II. Aufl. V. 3 A. **Parnas J.** 1926. Allgemeines und Vergleichendes des Wasserhaushaltes. Handb. d. norm. und. path. Physiol. 17 (137). **Pilewiczówna M.** 1925. Przyczynek do badań nad wymianą gazową u owadów w stanie głodu i odżywiania. Prace Inst. im. Nenckiego. 2. **Pilewiczówna M.** 1926. O przemianie azotowej. Tamże 3. **Polimanti O.** 1915. Osmotischer Druck bei *Bombyx mori*. Bioch. Ztschr. 70. **Potonié H. W.** 1924. Experimentell-kritische Untersuchungen ü. d. biol. Bedeutung d. Umkehrpunktes in d. Atmungsintens. kaltblütiger Tiere bei steigender Temperatur. Biol. Zentrbl. 44 (16). **Regnault et Reiset.** 1844. Recherches chimiques sur la respiration des animaux des diverses classes. Ann. de Phys. et de Chim. 25. **Sánchez y Sánchez D.** 1924. Influence de l'histolyse des centres nerveux des Insectes sur les métamorphoses. Travaux du Lab. de Rech. biol. de l'Univ. de Madrid. 22. **Sánchez y Sánchez D.** 1925. L'histogenèse dans les centres nerveux des Insectes pendant les métamorphoses. Tamże. 23 (29). **Singh-Pruthi Hem.** 1924. Studies on insect metamorphosis. I. Prothetely in mealworms. Proceed. Camb. Philosoph. Soc. 1 (139). **Singh-Pruthi Hem.** 1925. Recherches sur la métam. des Ins. II. Influence des traumatismes. Compt. Rend. Soc. Biol. 92 (76). **Singh-Pruthi Hem.** 1925. Stud. on ins. met. III. Influence of starvation. British Journ. of Exper. Biol. 3 (1). **Singh-Pruthi Hem.** 1926. Stud. on ins. met. IV. Effect of carbon dioxide. Tamże. 3. **Slowtsoff B.** 1903. Der Hungerstoffwechsel der Insekten (Maikäfer). Hofmeister's Beitr. 4 (23). **Slowtsoff B.** 1905. Der Hungerstoffwechsel bei Libellen. Ibidem. 6 (161). **Slowtsoff B.** 1905. Der Hungerstoffw. bei Hummeln. Ibidem. 6 (170). **Slowtsoff B.** 1909. Der Hungerstoffw. der Mistkäfer. Bioch. Zeitsch. 19. **Slowtsoff B.** 1909. Über den Gaswechsel der Insekten. Tamże. 19. **Sosnowski J.** 1903. Przyczynek do fizjologii rozwoju much. Rozpr. Akad. Um. w Krakowie, Ser. B. 42. **Standfuss M.** 1896. Handbuch der palaarktischen Grossschmetterlinge. 2. Aufl. Jena. **Steche O.** 1912. Beobachtungen über Geschlechtsunterschiede der Hämolymphe von Insektenlarven. Verh. d. deutsch. Zool. Ges. **Straus E.** 1911. Chemische Zusammensetzung der Arbeitsbienen und Drohnen. Zeitschr. f. Biol. 56. **Szretter R.** 1922. O głodowej przemianie materji u węzów. Prace Inst. im. Nenckiego, 1. **Szwajsówna P.** 1916. O przemianie materji u larw mącznika. Spr. Tow. Nauk. Warsz. 9. **Schmalzfuss H. und H. Werner.** 1926. Chemismus der Entstehung von Eigenschaften. Zeitsch. f. indukt. Abstammungs- u. Vererbungslehre. 41. **Shelford**

E. V. 1927. The temperature velocity of development curve for the pupal stage. *Anatom. Record.* **34** (717). Taylor R. I. 1927. Respiration of blowfly pupae. *Anat. Record.* **34** (122). Schröder Sch. 1912. *Handbuch der Entomologie*, Jena. Tangl Fr. 1909. Zur Kenntnis des Stoff- und Energieumsatzes holometaboler Insekten. *Arch. f. ges. Physiol.* **130**. Tangl Fr. 1909. Embryonale Entwicklung und Metamorphose vom energetischen Standpunkte aus betrachtet. *Ibidem.* **130**. Tichomiroff A. 1885. Chemische Studien über die Entwicklung der Insektenei. *Zeitschr. f. physiol. Chemie.* **9**. Süffert F. 1924. Bestimmungsfaktoren des Zeichnungsmusters beim Saisondimorphismus. *Biol. Zentr.* **44**. Siebeck R. 1910. Gasometrische Methoden zur Bestimmung des Stoffwechsels von Zellen und Geweben. *Hdb. d. biol. Arbeitsmeth.*, 2 Aufl. **IV**. Thunberg. 1905. Ein Mikrorespirometer. *Skand. Arch. Phys.* **17** (74). Thunberg. 1905. Der Gasaustausch einiger niederer Tiere. *Ibidem.* **17** (133). Taschenberg E. 1900. Die Insekten. „Brehms Tierleben“. Taschenberg E. 1882. Die Insekten nach ihrem Schaden und Nutzen. Prag. Tigerstaedt R. 1911. Respirationsapparate w „Hdb. d. physiol. Methodik“. Taternahm Th. 1924. Zur Ernährung und Verdauung unserer einheimischen Geotrupesarten. *Zeitsch. f. wiss. Insektenbiol.* **19**. Verson E. 1904. Zur Färbung des Lepidopterenkokons. *Zool. Anz.* **27** (397). Verson E. 1911. Beitrag zur näheren Kenntnis der Häutung u. der Häutungsdrüsen. *Zeitschr. f. wiss. Zool.* **97** (457). Warburg O. *Zeitschr. f. physiol. Chem.* **57, 66, 88, 92**. *Bioch. Ztschr.* **100, 124, 150**. W powyższych pracach znajdują się wskazówki metodyczne odnośnie mierzenia wymiany gazowej przy pomocy manometrów Barcrofta w różnych warunkach. Weinland E. 1910. Der Stoffwechsel der Wirbellosen. (*Hdb. d. Biochemie Oppenheimers*, **4. II**). Weinland E. 1905. Über die Stoffumsetzungen während der Metamorphose der Fleischfliege. *Zeitschr. f. Biol.* **47** (232). Weinland E. 1905. Das Verhalten des Petrolätherextraktes im Puppenbrei. *Zeitschr. f. Biol.* **47**. Weinland E. 1905. Über die Ausscheidung v. Ammoniak durch die Larven von *Calliphora*. *Ibidem.* **47** (232). Weinland E. 1905. Das Verhalten des Petrolätherextraktes im Puppenbrei. *Ibidem.* **49**. Weinland E. 1905. Über die Ausscheidung v. Ammoniak durch die Larven von *Calliphora*. *Ibidem.* **47** (323). Weinland E. 1905. Über die Bildung von Fett etc. *Ibidem.* **51** (197). Weinland E. 1905. Über das Verhalten der Kohlehydrate im Brei der Puppen. *Ibidem.* **49** (351). Weinland E. 1905. Über chemische Momente bei Metamorphose und Entwicklung. *Ibidem.* **49**. Weinland E. 1905. Über die Zersetzung v. Fett durch Call. larven. *Ibidem.* **52**. Winterstein. *Handbuch der vergleichenden Physiologie*. Oprócz wyżej wymienionych artykułów Biedermana i Kestnera por.: Ehrenberg E. Die Exkretion; Bábak. Die Atmung. Winterstein H. 1912. Ein Apparat zur Mikroblutgasanalyse und Mikrorespirometrie. *Bioch. Zeitschr.* **46** (440). Wrede F. 1926. Über die Tracheenatmung bei Raupen. *Arch. f. ges. Physiol.* **211** (228). Wrede F. und H. Kramer. 1926. Über den Gasstoffwechsel bei der Wasserwanze. *Ibidem.* **212**. Weismann A. 1876. Studien zur Deszendenztheorie. I. Über Saisondimorphismus der Schmetterlinge. Süffert Fr. 1927. Zur Auffassung des Unterschiedes zwischen subitaner und latenter Entwicklung von Schmetterlingspuppen. *Zeitschr. f. vergl. Physiol.* **5** (817)

[Zakład Fizjologii Ogólnej Wolnej Wszechnicy Polskiej. Praca № 2]

E. Eisenberg-Hamburg.

Badania porównawcze nad czynnością wodniczków kurezliwych u wymoczków pasorzytniczych z jelita grubego żaby i u wymoczków słodkowodnych. Wpływ ciśnienia osmotycznego, elektrolitów i stężenia jonów wodorowych.

Recherches comparées sur le fonctionnement des vésicules pulsatiles chez les infusoires parasites de l'intestin de la grenouille et chez les infusoires d'eau douce. Influence de la pression osmotique, des électrolytes et du pH.

Rękopis nadesłany w dniu 7.V.1928 r.

Dans le travail précédent (EISENBERG '24) j'ai montré que chez l'infusoire d'eau douce, *Paramaecium caudatum*, la fréquence de la formation des vésicules pulsatiles dépend non seulement de la pression osmotique, mais aussi de la composition chimique des milieux expérimentaux.

J'ai tâché de déterminer à présent, si les rappots découverts pour les Protozoaires d'eau douce, se répètent également chez les Protozoaires provenant d'un autre milieu biologique.

Ce sont les parasites de l'intestin de la grenouille (*Balantidium entozoon* Clap. Lachm. et *Nyctoterus cordiformis* Ehrenberg), qui ont servi de matériel dans les expériences présentes. Nous avons soumis ces infusoires à l'action de milieux caractérisés par des pressions osmotiques différentes et par une autre teneur en cations. Nous avons étudié en outre l'influence d'un facteur nouveau, dont nous n'avons pas tenu compte dans notre travail précédent, notamment l'influence qu'exerce la teneur du milieu en ions d'hydrogène sur la fonction de la vacuole pulsatile de *Balantidium* et de *Paramaecium*.

Comme milieux expérimentaux, nous nous sommes servis de solutions du sérum de la grenouille, de solutions de chlorures des métaux mono- et bivalents, de solutions d'anaélectrolytes (glucose), enfin de solutions tamponnées des phosphates mono-

bi- et tribasiques (méthode de SÖRENSEN, pH 5 — 8). Toutes les solutions employées étaient préparées avec de l'eau bidistillée dans l'appareil de verre de Pyrex. Le Δ des solutions a été vérifié par la méthode cryoscopique, tandis que le pH a été déterminé à l'aide d'un microcolorimètre, provenant du „British Drough House“ (Microcapillator).

Nous avons tâché de déterminer d'abord la valeur de la pression osmotique et celle du pH du milieu ambiant naturel des parasites du rectum. Ces déterminations nous ont appris que dans le rectum de *Rana esculenta* cette pression est assez élevée mais variable ($\Delta = 0.4 - 0.6^{\circ} \text{C}$); quant à la réaction du milieu, elle est légèrement alcaline (pH = 7.6). La pulsation des vésicules pulsatiles du *Balantidium* est très lente (plus de 18') dans ces conditions.

Nous nous sommes servis de la méthode suivante pour étudier l'influence des milieux expérimentaux sur le fonctionnement de la vésicule. On plaçait les infusoires dans 2 cm³ du liquide employé aux expériences. Au bout de 20 minutes, on retirait un après l'autre plusieurs infusoires en l'introduisant chacun dans une autre petite goutte sur le porte-objet, après quoi on notait la vitesse des pulsations. Au lieu de donner le temps vrai de la formation d'une vésicule, nous indiquons dans les tableaux II, V et VI la vitesse relative de la pulsation, $18/n$; cette fraction équivaut au rapport entre le temps normal de la formation d'une vésicule de *Balantidium* (18') et le temps pendant lequel elle se forme dans des milieux expérimentaux (n).

Voici les résultats auxquels nous avons abouti:

A mesure que le milieu devient plus dilué, on voit augmenter la fréquence des expulsions. L'augmentation de la pulsation est bien plus faible que le degré de la diminution du Δ du milieu. Ce n'est qu'aux environs de $\Delta = 0.12^{\circ} \text{C}$, que la vitesse de la formation des vésicules augmente sensiblement (tabl. II et fig. 1). D'habitude l'accélération de la pulsation est passagère chez *Balantidium* et *Nyctoterus*; avec le temps, la pulsation revient à l'état normal primitif, quoique les infusoires continuent à rester dans un milieu hypotonique (tableau III).

L'expérience nous apprend que la vitesse de la pulsation dépend dans une large mesure de la présence des électrolytes et du pH. Dans la série $\text{K} > \text{Na} > \text{Ca} > \text{Mg} > \text{Sr}$, c'est le

potassium qui accélère le plus fortement la pulsation, tandis que l'action de Sr est la plus faible à cet égard (tabl. IV).

Lorsque la pression osmotique et la composition chimique du liquide sont constantes, la fréquence de l'expulsion atteint le maximum dans un milieu dont la réaction s'approche de la neutre (tabl. V, VI et VII; fig. 2). Dans les milieux alcalins de même que dans les milieux acides, on observe une diminution très appréciable de la fréquence de pulsation.

Les résultats obtenus présentent une preuve que la pression osmotique et le pH exercent une influence semblable sur la fonction pulsatile chez *Balantidium* et chez *Paramaecium*. Il nous faut cependant insister sur certaines différences; elles se manifestent en effet par la direction opposée que suivent les phénomènes régulateurs de la fonction pulsative chez des Infusoires placés dans le même milieu expérimental. Dans un milieu dont $\Delta=0,20$ (hypertonie), on voit chez *Paramaecium* la fréquence des pulsations diminuer d'abord, pour augmenter ensuite. Lorsqu'on place *Balantidium* dans le même milieu expérimental (hypotonie), on s'aperçoit que les fonctions des vacuoles pulsatiles augmentent, après quoi elles subissent un ralentissement et redeviennent en quelque sorte normales. Dans l'un et dans l'autre cas, les phénomènes régulateurs rapprochent la vésicule pulsatile de son état primitif. Il faut encore observer, que les plus grandes variations individuelles concernant la rapidité avec laquelle se forment les vésicules pulsatiles, peuvent être constatées dans les milieux qui s'écartent le plus des conditions naturelles; ce sont notamment les milieux fortement hypertoniques pour *Paramaecium* et les milieux à faible dépression pour *Balantidium*, dans lesquels ces variations sont les plus intenses (v. tabl. II du présent travail et tabl. V du travail précédent).

Nous devons souligner également le fait que la diminution de la force de la pulsation, comme on l'observe dans les milieux dont la réaction n'est pas neutre, ne se produit pas de la même façon pour *Paramaecium* et pour *Balantidium*, dans un milieu alcalin ou acide. Lorsqu'il s'agit de *Balantidium*, le ralentissement de la pulsation est plus rapide dans un milieu acide que dans un milieu alcalin, tandis que c'est l'inverse qui se produit pour *Paramaecium*.

Ces derniers faits peuvent être mis en rapport avec les

propriétés caractéristiques des milieux éthologiques particuliers aux espèces étudiées; en effet, la réaction du rectum de la grenouille (milieu naturel de *Balantidium*) est alcaline, d'autre part la culture à base de foin dans laquelle vit *Paramaecium* est souvent acide.

Les résultats obtenus dans le présent travail sont une preuve que les agents physico-chimiques (Δ , électrolytes, pH), exercent une influence caractéristique sur la force du courant d'eau qui traverse la cellule de l'infusoire, influence qu'on dirait indépendante de l'espèce animale considérée.

Il est cependant possible de noter également certains traits particuliers, qui caractérisent la façon de se comporter des vésicules pulsatiles de *Balantidium* et de *Paramaecium* dans les mêmes milieux expérimentaux, traits en rapport avec la fonction normale, adaptée aux conditions éthologiques de la vie des espèces étudiées.

W poprzedniej pracy (EISENBERG '24) nad czynnością wodniczka tętniącego u wymoczka słodkowodnego *Paramaecium caudatum* wskazałam, że nie można uzależnić działania wodniczków kurczliwych od jednego tylko czynnika — depresji środowiska zewnętrznego. W rzeczywistości czynność wodniczka tętniącego zależy od szeregu czynników zarówno zewnętrznych, fizyko-chemicznych, jak i wewnętrznych, związanych z biologicznymi właściwościami komórki.

Stwierdziłam poprzednio, że komórka pierwotniaka stawia znaczny opór czynnikom, wytrącającym z równowagi jej funkcje życiowe. Naprzykład, wzrost trzykrotny ciśnienia osmotycznego powoduje u *Paramaecium* minimalne zaledwie zmiany częstości wydalania. Wyraźne zwolnienie tętna występuje dopiero w roztworach o wyższym ciśnieniu osmotycznym. Ale i w tym przypadku komórka po pewnym czasie powraca do tętna normalnego; powrót jest częściowy lub całkowity, zależnie od stopnia pierwot-

nego odchylenia. Zjawisko powrotu do normy lub też regulacji występuje wyraźnie zwłaszcza w roztworach, zawierających elektrolity (chlorek Na, K, Rb, Cs, Li, Ca, Mg, Sr). Ważną rolę odgrywa w tym przypadku zarówno ilość (rys. 5, l. c.), jak i jakość elektrolitu. W szeregu katjonowym $\text{Na} > \text{Rb} > \text{K} > \text{Ca} > \text{Li} > \text{Mg} > \text{Cs} > \text{Sr}$ stopień przyspieszenia tętna, w stosunku do nieelektrolitu, jest tem większy, im bliżej początku szeregu stoi dany katjon (tabela IX). W mieszaninach dwu katjonów przepływ wody przez komórkę jest jeszcze bardziej intensywny, a czasem przekracza intensywność przepływu w roztworze każdej składowej z oddzielną (rys. 6, l. c.).

Nasuwało się pytanie, czy zależności, wyprowadzone dla pierwotniaków słodkowodnych, dają się stwierdzić u pierwotniaków, żyjących w odrębnym środowisku, jak również, czy pochodzenie komórek pierwotniaczych z różnych środowisk nadaje im swoiste właściwości biologiczne, powodujące odmienne zachowanie się wodniczka tętniącego.

W jelicie grubem żaby napotykaemy, sądzić można, zespół warunków, ze wszech miar odbiegający od tych, jakie panują w stojących zbiornikach wód słodkich. Względ ten spowodował, że przedmiotem moich badań były wymoczki, pasorzytujące w jelicie żaby *Rana esculenta*, mianowicie: *Balantidium entozoon* CLAP. LACHM. i *Nyctoterus cordiformis* EHRENB. Wpływ pH (czynnika w poprzedniej pracy nieuwzględnionego) na działanie wodniczków kurczliwych badałam ponadto u *Paramaecium caudatum*.

Dodać należy, że działanie wodniczka kurczliwego pierwotniaków pasorzytnicznych z jelita żaby było już badane (PÜTTER '04, HERFS '22). Badania te dotyczyły jednak tylko roli czynnika osmotycznego w przebiegu funkcji wydalniczej.

Moje doświadczenia posiadały zakres szerszy. Wprowadzane przeze mnie zmiany warunków, panujących w jelicie grubem dotyczą: ciśnienia osmotycznego, wpływu elektrolitów i stężenia jonów wodorowych.

Materiał i metody postępowania.

Podobnie jak w poprzedniej pracy, przygotowałam szereg roztworów wyjściowych, o ściśle określonej Δ . Roztwory te sporządzałam na wodzie dwukrotnie destylowanej w kolbach ze szkła *pyrex*'owego. Przechowywałam je w zamkniętych flakonach, wewnątrz parafinowanych. Ciśnienie osmotyczne roztworów skontrolowałam metodą krjoskopową.

Pomiary pH roztworów przeprowadzałam dwiema metodami: 1.^o mikrokolorymetryczną (kolorometr firmy B. D. H. „Capillator“) i 2.^o metodą kompensacyjną POGGENDORFFA (MICHAELIS '14).

Temperatura w doświadczeniach każdej serji była niezmienna.

Materiał doświadczalny otrzymywałam w następujący sposób. Świeżo wypreparowane jelito grube żaby pozbawiałam przy pomocy bibuły śladów krwi i moczu, przecinałam wzdłuż i umieszczałam w komorze wilgotnej dla zabezpieczenia od parowania. Przy pomocy małego haczyka szklanego zdejmowałam wymoczki z powierzchni jelita i przenosiłam do płynów doświadczalnych. Do badań brałam głównie *Balantidium entozoon* Clap. Lachm., które występuje najliczniej i prawie wyłącznie w początkowym odcinku jelita grubego (PRZYŁĘCKI '22). W niektórych doświadczeniach używałam również *Nyctoterus cordiformis* Ehrenberg.

Przy obserwacjach brałam pod uwagę u *Balantidium* wodniczek położony na końcu przedłużenia linii peristomu. Obserwacje prowadziłam na pojedynczo wyławianych osobnikach, w kroplach wiszących w małej komorze wilgotnej.

Liczby przeciętne wyprowadzałam z pięciu pomiarów. Ilość pomiarów nie jest znaczna, to też brak ten wypełniam większą liczbą analogicznych seryj.

Doświadczenie od chwili umieszczenia wymoczków w płynie doświadczalnym trwało 40 minut, przyczem obserwacja zajmowała ostatnie 20 minut doświadczenia.

Czynność wodniczka *Balantidium entozoon* w warunkach normalnych ciśnienia osmotycznego i pH płynu z jelita żaby.

Przed przystąpieniem do opisu poszczególnych seryj doświadczalnych scharakteryzuję pokrótce funkcję wydalniczą *Balantidium* w warunkach normalnych. Dla badań tych ważną rzeczą było poznanie wartości ciśnienia osmotycznego i stężenia jonów wodorowych jelita. Ciśnienie osmotyczne próbowałam oznaczyć przedewszystkiem na drodze pomiarów kryoskopowych.

Zawartość jelita jednej lub kilku żab rozcieńczałam wodą destylowaną, mierzyłam punkt zamarzania i, biorąc pod uwagę rozcieńczenie, obliczałam Δ jelita. Z pomiarów powyższych wynika, że ciśnienie osmotyczne w jelicie grubym *Rana esculenta* jest dość wysokie i zmienne, przyczem liczby otrzymane wahają się w granicach od 0.4 do 0.6.

Dla kontroli próbowałam również wyznaczyć Δ na innej drodze, a mianowicie opierając się na fakcie znanym występowania zmian wielkości erytrocytów w płynach niezotonicznych

z surowicą krwi (HAMBURGER '02). Próbkę erytrocytów ze świeżej krwi żaby umieszczalam w surowicy, rozcieńczonej w rozmaitym stopniu wodą destylowaną (1 część surowicy na 0,5, 1, 2 cz. wody). Po upływie ca. 90' porównywałam wielkość krwinek w surowicy normalnej, rozcieńczonej i w płynie z jelita. Liczby otrzymane świadczą, że w płynie z jelita występują nieznaczne zmiany objętości normalnej krwinek, odpowiadające zmianom, jakie obserwowałam w surowicy rozcieńczonej o Δ powyżej 0.31°C . Z tych pomiarów wynikałoby, że Δ płynu z jelita może być nieco niższa od Δ krwi żaby, pozostając powyżej 0.3°C .

Pomiary stężenia jonów wodorowych w jelicie grubym żaby *Rana esculenta* przy pomocy metody mikrokolorymetrycznej dały jako wynik $\text{pH}=7.6$. Reakcja płynu z jelita jest więc w tym odcinku słabo alkaliczna.

W warunkach normalnych wodniczki kurezliwy *Balantidium entozoon* tworzy się przeważnie bardzo wolno. Ustalenie dokładnego czasu skurczu jest przytem trudne, ze względu na to, że długotrwałe trzymanie wymoczka w płaskiej kropli wiszącej jest szkodliwe dla przebiegu funkcji. Z moich obserwacji wynika, że czas ten wynosi przeważnie > 20 minut.

Stwierdziłam, że w roztworach hipertonicznych wodniczki tętnią szybciej i że wówczas występuje wyraźniej większa częstość tworzenia się dwu wodniczków przednich, niż dwu tylnych (tabela I). To było powodem, że w doświadczeniach moich uwzględniałam głównie wodniczek, leżący na końcu przedłużenia linii peristomu.

Warto zauważyć, że CHILD ('26) poszukuje przyczyn wspomnianej różnicy w zachowaniu się wodniczki przedniego i tylnego u *Paramaecium* w większej wrażliwości przedniego końca komórki pierwotniaka. Nawiązując do poglądów CHILDA prawdopodobne się wydaje, że różnica pozostaje w bezpośrednim związku z niejednakową wielkością wodniczki przedniego i tylnego. Z przytoczonej tabeli I wynika, że wodniczki przednie są mniejsze, to też tworzą się one częściej. Jeżeli przyjmiemy, że skurcz wodniczki jest reakcją protoplazmy na ucisk nagromadzonego w niej płynu, możnaby powiedzieć, że protoplazma w przedniej części komórki, jako bardziej wrażliwa (PÜTTER '04 i inni), reaguje na działanie bodźca słabszego (wodniczek mniejszy), zaś w tylnej części wymaga pobudzeń silniejszych (wodniczek większy).

W opisie działania wodniczków kurczliwych u *Balantidium* nasuwają się jeszcze następujące uwagi, dotyczące morfologii systemu wydalniczego. Obserwacje moje przemawiają za tem, że poszczególne wodniczki kurczliwe *Balantidium* (których ilość u różnych gatunków waha się od 2 do 5) komunikują się ze sobą za pomocą kanałów protoplazmatycznych. Za istnieniem powyższych połączeń międzywodniczkowych przemawiają następujące fakty. HERFS ('22) wspomina o tem, że wodniczki kurczliwe *Balantidium* są często podłużne. Obserwowałam zjawisko to nie-

Tabela I¹⁾.

Różnice czasów tworzenia się wodniczków kurczliwych (*Balantidium entozoon*), zależne od ich wielkości.
Différente durée de la formation des vésicules pulsatiles du Balantidium entozoon, en rapport avec leur grandeur.

№ osobnika № de l'individu	Czas tworzenia się jednego wodniczka <i>La durée de la formation d'une vésicule</i>	
	Sec.	
	Wodniczek prawy przedni: mniejszy <i>Vésicule droite-antérieure: plus petite</i>	Wodniczek prawy tylny: większy <i>Vésicule droite-postérieure: plus grande</i>
1	57''	118''
2	79	103
3	195	311
4	204	224
5	141	146

¹⁾ Δ i skład chemiczny roztworów są różne.

La Δ et la composition chimique des liquides sont différents.

jednokrotnie w początkowych momentach tworzenia się wodniczków, przyczem końce wodniczka przedłużają się w takich przypadkach w postaci włoskowatych zwężeń. W roztworach hipotonicznych występuje u *Balantidium* często bardzo wyraźnie cieniutki kanał, który łączy ze sobą 4 wodniczki. W roztworach alkalicznych (pH > 7.4) zdarza się, że wodniczki, po dojściu do znacznych rozmiarów, wykazują skurcze częściowe, które nie powodują wydalania ich zawartości nazewnątrz, lecz przesuwania się jej wzdłuż niewidocznego kanału. Kierunek ruchu jest ściśle określony, pomimo że kanały są niewidoczne, i prowadzi do zlania się wędrującej kropli z następnym wodniczkiem. W przypadku, który opisuję, płyn powędrował jeszcze dalej, łącząc się z trzecim wodniczkiem. Powyższe obserwacje przemawiają na korzyść istnienia u *Balantidium* skomplikowanego systemu wy-

dalniczego, składającego się z wodniczków i z łączących je kanałów, niewidocznych w warunkach normalnych. Podobny wniosek wypływa również z prac FAURÉ-FREMIET ('25) i GELEI ('25).

Wpływ ciśnienia osmotycznego na przebieg funkcji wydalniczej.

Płyny doświadczalne niniejszej serii stanowiły różne rozcieńczenia (wodą destylowaną) surowicy krwi żaby *Rana esculenta*. Krew wydobywałam wprost z serca ogłuszonej żaby przez przecięcie aorty. Po oddzieleniu się skrzepu wraz z krwinkami ostrożnie zbierałam surowicę przy pomocy pipety i przenosiłam do klocków szklanych. Dowolne rozcieńczenia surowicy dawały mi środowiska o różnym ciśnieniu osmotycznym, pod względem elektrolitycznym zrównoważone.

Tabela II.

Wpływ ciśnienia osmotycznego surowicy krwi żaby na przebieg funkcji wydalniczej u *Balanitidum*.

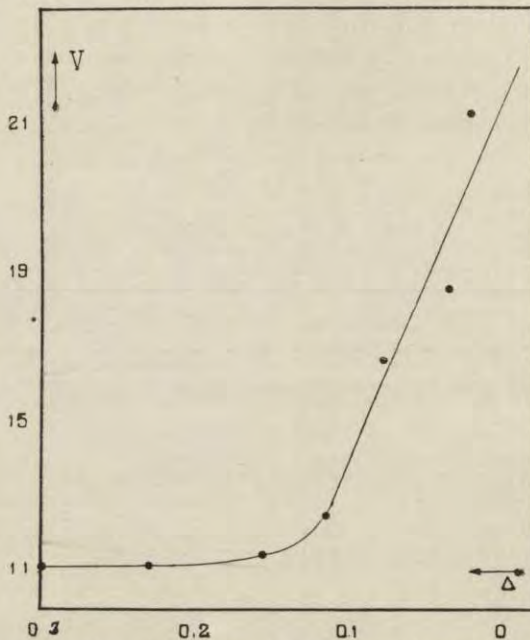
Influence de la pression osmotique du sérum de la grenouille sur la marche de la fonction excrétoire de Balanitidum.

Δ surowicy rozcieńczo- nej Δ du sérum dilué °C	Przeciętna wielkość przyśpieszenia tętna <i>Grandeur moyenne de l'accélération d'ex- pulsion</i> 18' n	Granice wahań czasu tworzenia się 1 wod- niczka <i>Les limites extrêmes du temps de la formation d'une vésicule pulsatile</i> Sec.
0.30	11.3	
0.23	11.3	97 — 100
0.1533	11.47	93 — 96
0.115	12.55	84 — 87
0.077	16.61	59 — 62
0.0383	18.55	50 — 60
0.0192	21.18	44 — 54

Dla uwydatnienia zmian, jakie zachodzą w szybkości tętna przy zmianach Δ środowiska, obliczałam stosunek 18'/n normalnego czasu tworzenia się wodniczka (18') do czasu skurczu w roztworze doświadczalnym (n). Jak już wspomniałam, ściśle ustalenie tętna jest trudne. Dlatego też jako punkt wyjściowy przyjąłam czas tworzenia się wodniczka w glukozie o $\Delta = 0.3^\circ$ C, jako czas zbliżony do najmniejszego czasu tworzenia się w płynie z jelita grubego: czas ten wynosi 18'. Wyrażony w ten sposób stosunek 18'/n określa zatem względną szybkość wydalania, czyli stopień przyśpieszenia w odniesieniu do normy.

Wyniki serii doświadczeń z różnemi stężeniami surowicy

zestawiłam w tabeli II. Z tabeli tej wynika, że zależność szybkości przepływu wody przez komórkę od wartości ciśnienia osmotycznego nie ulega wątpliwości. W miarę rozcieńczenia środowiska zewnętrznego częstość wydalania u *Balantidium* wzrasta. Jednakże, jak to widać z wykresu, wzrost szybkości tętna nie zachodzi równomiernie. Przy zmniejszaniu ciśnienia osmotycznego do $\Delta = \text{ca. } 0.2^{\circ}$ przyspieszenie wzrasta niewspółmiernie wolno. Dopiero przy stosowaniu stężeń bardzo niskich (poniżej $\Delta = 2^{\circ} \text{C}$), częstość wydalania wzrasta już wyraźnie (rys. 1).



Rys. 1. Zależność szybkości tworzenia się wodniczki kurczliwej u *Balantidium entozoon* Clap. Lachm. od stężenia roztworu surowicy krwi żaby. Na osi pionowej zaznaczono szybkość, na osi poziomej — stężenie roztworu surowicy w stopniach obniżenia temperatury zamarzania wody.

Fig. 1. Vitesse de la pulsation des vésicules chez *Balantidium entozoon* en fonction de la concentration de la solution du sérum de la grenouille. La vitesse est indiquée sur l'axe des ordonnées, tandis que la pression osmotique du sérum a été portée sur l'axe des abscisses.

W przypadku zatem *Balantidium*, jak i *Paramecium* przepływ wody przez komórkę wzrasta w miarę rozcieńczenia środowiska. Komórki obu gatunków badanych wykazują pozatem analogiczną zdolność opierania się wpływom zmian osmotycznych: *Balantidium* wpływom hipotonji, *Paramecium* zaś — hipertonji (rys. 1 pracy niniejszej i rys. 3 pracy poprzedniej).

Regulacja zakłóceń osmotycznych.

W tabeli III zebrałam materiał, dotyczący zachowania się wodniczków kurczliwych u *Balantidium entozoon* i *Nyctoterus cordiformis* w razie długotrwałego ich pozostawiania w roztworach doświadczalnych o różnej depresji i niejednakowym składzie chemicznym (pH roztworów jest stałe i wynosi 6.9). Pogląd na całokształt zjawisk krystalizuje się przy bliższem rozpatrzeniu tabeli.

Tabela III.

Przebieg regulacji tętna wodniczków kurczliwych *Balantidium entozoon* i *Nyctoterus cordiformis* w roztworach hipotonicznych o rozmaitym składzie chemicznym.

La marche de la regulation de la fonction excrétoire chez Balantidium entozoon et Nyctoterus cordiformis dans les solutions hypotoniques de différente composition chimique.

№ doświadczania № d'expérience	Δ °C	Czas od rozpoczęcia doświadczenia Temps depuis le commencement d'expérience	Czas tworzenia się jednego wodniczka. Każda liczba dotyczy jednego osobnika. Durée de formation d'une vésicule pulsatile. Chaque nombre correspond à un seul infusoire Sec.
-----------------------------------	----------------	--	--

Balantidium.

Surowica krwi żaby. — *Le sérum de grenouille.*

1	0.02	20'	44 — 54 — 54
1	0.02	17 h.	140 — 112
2	0.10	30'	113 — 126 — 130
2	0.10	3 h.	212 — 264
2	0.10	8 h.	477
3	0.115	30'	156 — 171 — 178
3	0.115	3 h.	735 — 455

Balantidium.

Płyn Ringera — *La solution de Ringer.*

4	0.092	30'	101 — 98 — 67 — 96
4	0.092	3.5 h.	311 — 118
5	0.08	35'	66 — 63 — 59 — 79
5	0.08	3.5 h.	85 — 78 — 111 — 58 — 60
5	0.08	9 h.	139 — 75 — 164
5	0.08	28 h.	218 — 86
6	0.17	35'	112 — 81 — 133
6	0.17	3.5 h.	147 — 97 — 82 — 158 — 148
6	0.17	9 h.	280 — 155 — 113
6	0.17	28 h.	367 — 416

Nyctoterus.

NaCl : CaCl₂ = 2 : 1.

7	0.15	30'	71 — 77
7	0.15	4 h.	400 — 207
8	0.18	30'	85 — 76
8	0.18	4 h.	127 — 514 — 495

Jak już wiemy z poprzedniego rozdziału, intensywność przepływu wody przez komórkę tem bardziej odbiega od normy, im większa jest hipotonja roztworu w stosunku do Δ jelita grubego

zaby. Jednakże we wszystkich roztworach hipotonicznych po pewnym czasie stopień odchylenia od normy maleje i tempo wydalania zwalnia się; funkcja powraca częściowo do swej szybkości pierwotnej, lub też, inaczej mówiąc, zachodzi zjawisko regulacji.

Stopień powrotu do normy wiąże się ściśle z wartością Δ roztworu doświadczalnego. Jest on mianowicie tem kompletniejszy, im wyższa Δ środowiska, a więc im słabsze odchylenie od Δ normalnej.

Danych, zawartych w tabeli III, nie uważam za całkowicie wystarczające, aczkolwiek stanowią one zaledwie część materiału zebranego. Przytoczone fakty świadczą jednak wyraźnie, iż komórka pierwotniaka wykazuje tendencję do utrzymywania funkcji w ramach normalnych.

Opisane przeze mnie przypadki regulacji funkcji wodniczka tętniącego u *Paramecium* (24) i *Balantidium* zasługują na uwagę z tego względu, że zdolności regulacyjne, tak gruntownie poznane u zwierząt wyższych, u organizmów niższych, a zwłaszcza u pierwotniaków, dotychczas są mało zbadane.

Wpływ elektrolitów na przebieg wydalania. Szereg katjonowy.

W pracy poprzedniej wykazałam na przykładzie *Paramecium caudatum*, że przepływ wody przez komórkę pierwotniaka jest intensywniejszy w środowisku, które zawiera elektrolit, niż w roztworze glukozy. Podobny wpływ katjonu na przebieg funkcji wydalniczej występuje również u *Balantidium entozoon*, jak to wynika z następującej serji.

W serji tej stosowałam szereg roztworów o jednakowym ciśnieniu osmotycznym, odpowiadającym $\Delta=0.13^{\circ}\text{C}$. W tej depresji tętno jest dostatecznie szybkie, a więc obserwacja każdego pierwotniaka nie trwa zbyt długo, i nie występują zakłócenia funkcji, powodowane długotrwałym pobytem wymoczków w bardzo płaskiej kropli. Pozatem jest to depresja, w której czynnik osmotyczny w nieznacznym stosunkowo stopniu zmienia normalny przepływ wody przez komórkę.

Roztwory stanowiły zawsze mieszaniny jednakowych na objętość ilości glukozy z izotonicznym roztworem odpowiedniego elektrolitu. Elektrolity wprowadzane były jako chlorki: K, Na, Ca,

Mg i Sr. Ilość elektrolitu wprowadzonego stanowiła 2.5% objętości mieszaniny. Aby zapobiec zakwaszaniu roztworów wskutek dyfuzji CO₂ atmosferycznego, dodawałam minimalne ilości NaHCO₃, powodując odczyn płynów, odpowiadający pH=6.9.

Tabela IV.

Wpływ katjonów na tempo wydalania u *Balantidium*.
Influence des cations sur la vitesse d'expulsion chez *Balantidium*.

Data Date	Przeciętna wielkość przyśpieszenia w roztworach: <i>L'accélération moyenne des systoles dans les solutions de:</i>						Szeregi otrzymane: <i>Les rangs obtenus:</i>
	KCl	NaCl	CaCl ₂	MgCl ₂	SrCl ₂	Glukozy (<i>La glucose</i>)	
3.III	21.6	16.12	14.97	—	—	11.4	K > Na > Ca > Mg > Sr > Gl
11.III	—	—	15.5	14.21	10.48	—	Ca > Mg > Sr
17.III	—	—	15.9	11.6	—	—	Ca > Mg
9.IV	15.2	—	14.5	12.9	9.9	—	K > Ca > Mg > Sr
10.IV	16.0	14.43	—	—	10.14	7.1	K > Na > Sr

Część przerobionych doświadczeń, zestawiona w tabeli IV, dostatecznie uwydatnia wyniki. Fakty stwierdzone u *Paramaecium caudatum* znalazły tu swe całkowite potwierdzenie ¹⁾. Podobnie jak u *Paramaecium*, nie daje się również u *Balantidium* zauważyć w przypadku funkcji badanej żadna „specyficzność“ dla poszczególnych katjonów. Otrzymuje się szereg K > Na > Ca > Mg > Sr, którego wszystkie człony przyśpieszają tempo wydalania i różnią się jedynie intensywnością swego działania.

Wpływ zmian pH środowiska zewnętrznego na tętno wodniczka
Balantidium entozoon i *Paramaecium caudatum*.

W roku 1924 W. STEMPELL badał wpływ stężenia H⁺ na przebieg funkcji wydalniczej u wymoczków. Z badań tych wynikałoby, że zmiany pH nie wpływają na częstość tworzenia się wodniczków kurezliwych. Autor wymieniony wprowadzał jednak w swych doświadczeniach dwie zmienne jednocześnie, t. j. skład chemiczny roztworu i stężenie jonów wodorowych.

¹⁾ Otrzymany szereg katjonów dla *Balantidium* jest analogiczny do szeregu dla *Paramaecium*. Różnice występują dla Na i K, należy jednak zauważyć, że uszeregowanie tych dwu pierwiastków bywa zmienne u *Paramaecium*.

Rolę omawianego czynnika w przebiegu funkcji wydalniczej badałam zarówno na *Paramaecium*, jak na *Balantidium*. Posiłkowałam się w tym celu mieszaninami fosforanów sodu pierwszo-, drugo-, i czasem trzeciorzędowego¹⁾. Mieszaniny różnych ilości tych fosforanów dają skalę od pH=5 do przeszło 8. Stężenie fosforanów, podane przez SØRENSENA (KOLTHOFF '23), jest dla moich doświadczeń zbyt wielkie. Sporządzałam więc izotoniczne roztwory, których Δ , sprawdzana na drodze krjoskopowej, wynosiła 0.2273° C. Mieszając fosforany wyjściowe w różnych ustosunkowaniach i dalej rozcieńczając do odpowiedniej dla moich doświadczeń depresji, otrzymywałam niezbędną skalę wartości pH. Wielkość pH sprawdzałam przed i po doświadczeniu.

Wyniki zestawiałam w tabeli V. Z danych tej tabeli wnioskować należy o wpływie zmian wielkości pH na intensywność przepływu wody przez komórkę *Balantidium*. Występuje wyraźne optimum w środowisku słabo alkalicznym, przy pH=7.3, a więc w reakcji bardzo zbliżonej do naturalnej dla *Balantidium* (pH jelita grubego żaby=7.6. Rys. 2). Poza granicami optimum tętno zwalnia się początkowo bardzo nieznacznie (tak że można mówić o istnieniu strefy optymalnej), a następnie — szybciej.

Analogiczne wyniki otrzymałam dla *Paramaecium caudatum*.

Tabela V.

Wpływ zmian pH na tempo wydalania u *Balantidium entozoon*.
Influence des changements de pH sur la vitesse d'expulsion
chez *Balantidium entozoon*.

pH	Średni czas tworzenia się wodniczka tętniącego. <i>Temps moyen de la formation d'une vésicule pulsatile.</i> Sec.	Szybkość tworzenia się wodniczka tętniącego. <i>La vitesse de la formation d'une vésicule pulsatile</i> $\frac{18'}{n}$
5.3	†	†
5.7	124.0	8.71
6.4	96.0	11.25
6.75	77.8	13.88
7.0	73.6	14.67
7.3	71.7	15.06
7.7	74.0	14.60
8.0	76.0	14.21
8.9	90.0	12.0

¹⁾ Roztwory fosforanów były stosowane z powodzeniem przez J. VIEWEGEROWĄ do hodowli pierwotniaków w pracy, która jeszcze nie wyszła w druku.

Tabela VI.

Wpływ zmian pH na tempo wydalania u *Balantidium entozoon*. Ilość Na jest jednakowa we wszystkich płynach.

Influence des changements de pH sur la vitesse d'expulsion chez Balantidium entozoon. La quantité de Na est égale dans tous les liquides.

Data Date	pH	Średni czas tworzenia się jednego wodniczka <i>Temps moyen de la formation d'une vésicule pulsatile</i> Sec.	Średnia szybkość tworzenia się jednego wodniczka <i>Vitesse moyenne de la formation d'une vésicule pulsatile</i> $\frac{18'}{n}$
20.VII	4.95	†	†
20.VII	5.2	102.0	10.59
20.VII	5.8	68.8	15.7
20.VII	6.4	65.0	16.6
20.VII	6.7	50.5	21.34
20.VII	6.95	43.25	22.65
21.VII	6.4	58.66	18.41
21.VII	6.7	48.2	22.4
21.VII	6.95	49.0	22.04
21.VII	7.3	49.5	21.82
21.VII	7.55	51.43	21.0
21.VII	8.1	55.88	15.57

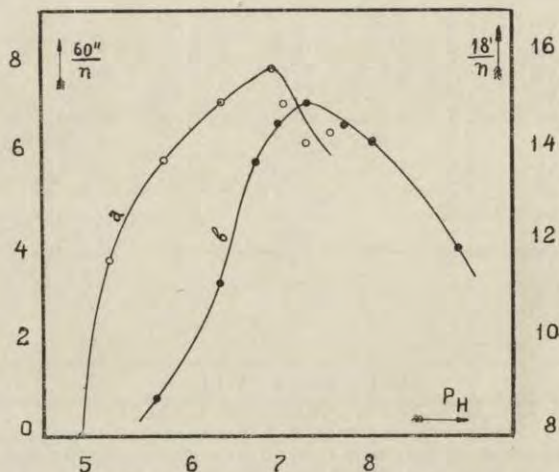
Tabela VII.

Wpływ zmian pH na tempo wydalania u *Paramecium caudatum*. Ilość Na jest jednakowa we wszystkich płynach.

Influence des changements de pH sur la vitesse d'expulsion chez Paramecium caudatum. La quantité de Na est égale dans tous les liquides.

Data Date	Δ °C	pH	Średni czas tworzenia się jednego wodniczka <i>Temps moyen de la formation d'une vésicule pulsatile</i> Sec.	Średnia ilość wodniczków, wytworzonych w ciągu 60" <i>Quantité moyenne des vésicules formées pendant 60''</i>
18.VII	0.1206	6.6	15.55	3.84
18.VII	0.1206	7.0	13.23	4.54
18.VII	0.1206	7.2	10.90	5.55
18.VII	0.1206	7.3	11.66	5.10
18.VII	0.1206	7.45	13.50	4.50
18.VII	0.1206	7.7	13.0	4.60
18.VII	0.1206	8.1	15.58	3.85
22.VII	0.06757	4.95	†	†
22.VII	0.06757	5.2	16.30	3.72
22.VII	0.06757	5.8	10.20	5.88
22.VII	0.06757	6.4	8.50	7.06
22.VII	0.06757	6.95	7.70	7.8
22.VII	0.06757	7.05	8.53	7.03
22.VII	0.06757	7.30	9.70	6.20
22.VII	0.06757	7.55	9.30	6.45

Metodyka powyższej serii doświadczeń nasuwa jednak pewną wątpliwość. Mianowicie, w miarę przesuwania się w kierunku alkaliczności, roztwory doświadczalne zawierały coraz więcej Na_2HPO_4 kosztem malejących ilości NaH_2PO_4 . Ilość więc Na^+ stopniowo wzrasta. Mogłoby to nasunąć przypuszczenie, iż otrzymana krzywa wykazuje zależność badanej funkcji od optymalnej zawartości kationu sodowego. Występowanie podobnego optimum dla kationu Ca zostało wykazane przeze mnie w poprzedniej pracy.



Rys. 2. Zmiany szybkości tworzenia się wodniczzków kurczliwych u *Balantidium entozoön* (krzywa b) i u *Paramecium caudatum* (krzywa a) w izotonicznych roztworach mieszanin fosforanów sodu o zmiennym pH. Na osi pionowej zaznaczono wielkość pH, na osi pionowej — szybkość.

Fig. 2. Vitesse de la pulsation des vacuoles chez *Balantidium entozoön* (courbe b) et chez *Paramecium caudatum* (courbe a) dans des mélanges isotoniques de solutions de phosphates de sodium, dont le pH est variable. Le pH est indiqué sur l'axe des ordonnées, tandis que la vitesse d'expulsion a été portée sur l'axe des abscisses.

Celem usunięcia wątpliwości, przeprowadziłam kontrolę, dodając w dwu analogicznych do poprzedniej serjach, różne ilości Na^+ do roztworów doświadczalnych. Uskuteczniałam to w dwójaki sposób: po pierwsze dodawałam tak znaczne ilości NaCl , że Na^+ fosforanowy stanowił w przypadku maksymalnej zawartości (w roztworach najbardziej alkalicznych) ilość dwa razy mniejszą od Na^+ , zawartego w NaCl ; po drugie, do każdej mieszaniny fosforanów dodawałam tyle NaCl , by ilość Na^+ w całej serii była jednakowa. Ciśnienie osmotyczne roztworów pozostawało

niezmienną, zawierały one bowiem zawsze mieszaniny izotonicznych roztworów glukozy i NaCl; jedynie ilość każdego z tych składników ulegała dowolnym zmianom.

Kontrole obydwu kategorii (tabela VI i VII) dały potwierdzenie wyników, zebranych w tabeli V. Maksymalna częstość tworzenia się wodniczków w roztworach o różnym pH przebiega w rzeczywistości nieco w kierunku reakcji obojętnej lub bardzo lekko kwaśnej, przesunięcia powyższe są jednak bardzo nieznaczne (od 6.95 do 7.2).

Naogół więc można powiedzieć, że optimum działania wodniczka tętniącego (a raczej strefa optymalna) znajduje się w pobliżu reakcji obojętnej, zarówno dla *Balantidium* jak i dla *Paramaecium*. Istnieje jednak pewna różnica we właściwościach gatunków badanych: spadek szybkości wydalania jest u *Balantidium* powolniejszy przy wzroście alkaliczności roztworu, co zarysowuje się bardzo wyraźnie na rys. 2 (krzywa b). *Paramaecium* zaś w strefie alkalicznej wykazuje wyraźne zwolnienie tętna, natomiast lekkie zakwaszenie roztworu powoduje znacznie łagodniejszy spadek tętna, niż w przypadku *Balantidium* (rys. 2, krzywa a).

Warto zaznaczyć, że istnieje uderzająca różnica wyglądu komórek pierwotniaków, zależnie od tego, czy zginęły one w środowisku kwaśnym, czy też w alkalicznym. Różnica ta występuje szczególnie wyraźnie u *Paramaecium*. W środowiskach doświadczalnych kwaśnych wodniczki kurczą się z trudem. Osobniki i martwe zachowują kształt niezmienny w przeciągu dłuższego czasu i nie wykazują prawie nigdy obecności wodniczków kurczliwych. Natomiast w roztworach alkalicznych wymoczki pęcznią i częściowo się zaokrąglały, wodniczki zaś ulegają rozszerzeniu i kurczą się przeważnie energicznie. Po śmierci w roztworach alkalicznych wymoczki przybierają kształt kulisty i wykazują prawie zawsze wodniczki rozszerzone, a po upływie krótkiego czasu wymoczki pękają i rozpadają się całkowicie.

Rozważania i wnioski.

Z doświadczeń opisanych wynika, że funkcja wydalnicza pierwotniaków, przeniesionych z normalnych warunków do środowiska posiadającego odrębne właściwości fizyko-chemiczne, zostaje wytrącona z normalnego przebiegu. Odchylenie od normy jest tem

większe, im bardziej Δ i skład jonowy roztworu odbiegają pod tym względem od własności środowiska normalnego.

W powyższy sposób zachowują się wodniczki obu badanych przezemnie gatunków, *Balantidium* i *Paramaecium*, aczkolwiek gatunki te żyją w bardzo rozbieżnych warunkach. Można więc powiedzieć ogólnie, że badane czynniki fizyko-chemiczne (ciśnienie osmotyczne, elektrolity, pH), wprowadzane nagle, wpływają w określony sposób na ekonomję wodną komórki, zmieniając jej przepuszczalność dla wody, a co za tem idzie — częstość wytwarzanych przez nią wodniczków kurczliwych.

Poza działaniem ogólnem rozpatrywanych czynników fizyko-chemicznych, które jest podobne dla obu gatunków, w szczegółach występuje pewna rozbieżność wpływu na *Paramaecium* i *Balantidium*.

Stwierdziłam, że im bardziej dane środowisko doświadczalne odbiega od warunków normalnych pierwotniaka, tem większa jest skala wahań indywidualnych w przebiegu funkcji wydalniczej. U *Paramaecium* granice wahań częstości tworzenia się wodniczków w środowisku o danem ciśnieniu osmotycznym są tem szersze, im to ciśnienie jest wyższe (Δ hodowli sianowej = 0.03°C). Natomiast w przypadku *Balantidium* granice wahań indywidualnych są najszersze w roztworach o najniższej depresji (Δ jelita $> 0.4^{\circ}\text{C}$). Wpływ zatem doraźnych bodźców osmotycznych zależy nie tylko od Δ absolutnej roztworu, lecz i od stopnia odchylenia od Δ środowiska normalnego danego gatunku.

Piętno, pozostawiane na komórkach przez ich poprzednie warunki bytowania, przejawia się jeszcze wyraźniej, jeżeli pozostawimy omawiane pierwotniaki w ciągu dłuższego czasu w danem środowisku doświadczalnym. U *Paramaecium*, o ile Δ danego roztworu przewyższa 0.03°C , a nie jest śmiertelna, tętno początkowo powolne, przyspiesza się z biegiem czasu, zdążając do normalnej szybkości. *Balantidium* natomiast, pozostając przez dłuższy okres czasu w roztworze o niskiej depresji (0.02 — 0.2°C), wykazuje zwolnienie częstości tworzenia się wodniczków kurczliwych. Różnica powyższa w zachowaniu się *Paramaecium* i *Balantidium* staje się zrozumiała, o ile uwzględnimy normalne warunki etologiczne, w jakich bytują oba wspomniane gatunki. Należy przypuszczać, że określonym warunkom etologicznym odpowiada pewien stan równowagi fizjologicznej plazmy, wyra-

związany się w takim lub innym przebiegu jej funkcji. W przypadku funkcji wydalniczej, stan wytworzonej równowagi wyraża się w określonej dla danego gatunku szybkości przepływu wody przez komórkę. Jeżeli jakikolwiek czynnik nagły zmienia tę intensywność, komórka uruchamia odpowiednie mechanizmy wewnętrzne, które umożliwiają jej przywrócenie normalnego przebiegu funkcji. Dla *Paramaecium* normalny jest szybki przepływ wody; dla *Balantidium* zaś — bardzo powolny. Dlatego też kierunki zmian regulacyjnych są wręcz odwrotne u wymienionych gatunków, pomimo że Δ roztworu doświadczalnego (w którym wycieczki są umieszczone) może być zupełnie jednakowa.

Podobne różnice w zachowaniu się wodniczków, aczkolwiek nie tak wyraźne, występują również po doraźnej zmianie odczynu środowiska zewnętrznego. Zarówno u *Paramaecium*, jak u *Balantidium*, przepływ wody przez komórkę jest najbardziej intensywny przy $\text{pH} = \text{ca. } 7$. Przy zmianach stężeń H^+ w obu kierunkach poza granice optimum, tętno wodniczków zwalnia się: u *Balantidium* szybciej po zakwaszaniu roztworu, zaś u *Paramaecium* — po jego alkalizowaniu. Mimowoli nasuwa się związek pomiędzy właściwościami biologicznymi omawianych gatunków a normalnymi warunkami ich bytu; a mianowicie, faktem jest, że reakcja jelita grubego jest zawsze słabo alkaliczna, natomiast odczyn hodowli *Paramaecium* bywa często lekko kwaśny.

Powstaje zagadnienie, jaka jest istota zmian, powodowanych w komórce przez czynniki fizyko-chemiczne, i w jaki sposób komórka zmiany te hamuje, względnie reguluje.

Mechanizm najbardziej prawdopodobny polega, jak się zdaje, na zmianach właściwości koloidów komórkowych, zwłaszcza wielkości cząsteczki koloidalnej i jej stopnia uwodnienia, a co za tym idzie — stopnia powinowactwa plazmy do wody. Na powyższe zmiany koloidu komórkowego wskazują poniekąd obserwacje wycieczek, które zamierają w środowiskach kwaśnych, a zwłaszcza zasadowych. Jak wskazałam poprzednio, w roztworach alkalicznych plazma pęcznieje, wskutek czego zachodzi rozpad komórki.

Obserwacje moje zgadzają się pod tym względem z wynikami BOKORNEGO ('96) i DEGENA ('05). Prace tych autorów świadczą również o zmianie stopnia dyspersji i zdolności pęcznienia koloidów komórkowych w środowiskach kwaśnych i zasadowych. Prace LOEBA ('18) nad rolą elektrolitów i stężenia jonów wodoru-

wych oraz nad znaczeniem punktu izoelektrycznego w przebiegu pęcznienia białka, jak również prace HOFMEISTERA, OVERTONA, LILLIE'EGO, zaś ostatnio McCUTCHEONA i LUCKE'A ('27) ustaliły znaczenie depresji i składu jonowego roztworu dla przebiegu dyfuzji wody zarówno w układach koloidów martwych, jak i żywych.

Wyjaśnienie zatem zakłóceń funkcji wydalniczej, związanej z procesami uwodnienia plazmy, pod wpływem czynników fizykochemicznych nie napotyka na zasadnicze trudności. Pozostają natomiast do wytłumaczenia niezmiernie ciekawe przejawy regulacyjne organizmu.

Zdolności regulacji funkcji wydalniczej przejawiają się bądź odrazu po zastosowaniu czynnika doświadczalnego (w postaci braku zmian w przebiegu funkcji wydalniczej przy niezbyt znacznych zmianach Δ i pH w stosunku do normy, rys. 1 i 2), bądź też po dłuższym czasie (powrót tętna do normalnej szybkości po uprzedniej jej zmianie).

Środki, jakimi komórka rozporządza w regulowaniu ekonomji wodnej, są prawdopodobnie różnorodne. W pierwszym rzędzie, jeśli wchodzi w grę działanie stężenia jonów wodorowych, nasuwa się możliwość wpływu wytwarzanego i zatrzymanego w komórce dwutlenku węgla, którego ilość może się zmieniać (REISS '26). W innych przypadkach (wpływ elektrolitów, Δ) nie jest wykluczona regulacja przepływu wody przez komórkę na drodze anatozozy, t. j. wytwarzania substancyj osmotycznie czynnych — zjawisko, na które rzucają światło zwłaszcza prace LAPICQUE'A ('22) i ILJINA ('23).

Intensywność i kierunek przebiegu procesów regulacyjnych jest w danym środowisku różny u *Balantidium* i *Paramecium*, i pozostaje prawdopodobnie w ścisłym związku z warunkami etologicznymi. Już bowiem w normalnych warunkach bytowania występują pewne zmiany we właściwościach środowiska zewnętrznego organizmów jednokomórkowych, np. zmiany kwasowości w czasie rozwoju hodowli sianowej *Paramecium*. Można przypuszczać, że wymoczki przystosowują się do wahań określonego typu i dlatego reagują na nie szybko, nie dopuszczając do zakłóceń funkcji. Tem należy tłumaczyć utrzymywanie się przy normie częstości wydalania u *Paramecium* w środowiskach o nieznacznej hipertonii (Δ poniżej 0.09° C) i analogiczne zachowanie się tej funkcji u *Balantidium* przy niezbyt silnej hipotonji.

Stąd też pewna wytrzymałość na zmiany pH, różna jednak u *Paramaecium* i *Balantidium*. W przypadkach znacznych odchyień środowisk doświadczalnych od normalnych warunków danego gatunku pierwotniaków, przepuszczalność komórki dla wody, początkowo mocno zachwiana, powraca do normy po dłuższym czasie. Ale i tu kierunek, w jakim idzie zmiana przepuszczalności pod wpływem regulacji, jest nadany przez warunki etologiczne: *Paramaecium* odzyskuje swe szybkie tętno, *Balantidium* zaś—bardzo powolne.

W y n i k i.

1°. Ciśnienie osmotyczne w jelicie grubem żaby *Rana esculenta* waha się w granicach od $\Delta=0.4^{\circ}\text{C}$ do $\Delta=0.6^{\circ}\text{C}$; pH w jelicie wynosi średnio 7.6.

2°. Wodniczki kurezliwe *Balantidium entozoon* Clap. Lachm. są połączone kanałami, które w pewnych momentach (hipotonja, $\text{pH} > 7.6$) występują wyraźnie.

3°. Częstość kurczenia się poszczególnych wodniczków *Balantidium entozoon* zależy od ich wielkości; zwykle wodniczki przednie są mniejsze i tętnią szybciej.

4°. Częstość tworzenia się wodniczków kurezliwych *Balantidium entozoon* zależy od ciśnienia osmotycznego i jest tem większa, im ciśnienie osmotyczne jest mniejsze.

5°. Przyspieszanie się tętna pod wpływem roztworów słabo hipotonicznych (do $\Delta=0.1^{\circ}\text{C}$) jest nieproporcjonalnie słabe w stosunku do obniżania ciśnienia osmotycznego.

6°. Tętno, przyspieszone przez roztwory hipotoniczne, po pewnym czasie wraca do normy (proces regulacji).

7°. Szybkość i stopień powrotu do normy zależą od Δ środowiska zewnętrznego i pozostają od niej w zależności prostej.

8°. W roztworach, zawierających elektrolit, tętno jest szybsze, niż w izotonicznych z niemi roztworach glukozy. Działanie poszczególnych katjonów różni się jedynie intensywnością. Działanie przyspieszające katjonów słabnie w szeregu $\text{K} > \text{Na} > \text{Ca} > \text{Mg} > \text{Sr}$ (pH środowiska=6.9).

9°. Zmiany wielkości pH w środowisku zewnętrznym wykazują wybitny wpływ na intensywność wydalania u wymoczków (*Balantidium* i *Paramaecium*); istnieje wyraźne optimum

w pobliżu reakcji obojętnej ($\text{pH} = \text{ca. } 7$), poza granicami którego przepływ wody przez komórkę słabnie.

10°. Spadek intensywności wydalania poza granicami pH optymalnego jest różny u *Paramecium* i *Balantidium*. U *Paramecium* spadek zachodzi wolniej przy zakwaszaniu roztworów, u *Balantidium*—przy alkalizowaniu.

Piśmiennictwo.

- Bokorny Th.** 1896. Vergleichende Studien über die Giftwirkung verschiedener chemischer Substanzen bei Algen und Infusorien. Arch. f. ges. Phys. **64** (262). **Child C. and E. Deviney.** 1926. Contribution to the physiology of *Paramecium caudatum*. Journ., of exp. Zool. **43** (257). **Degen A.** 1905. Untersuchungen über die kontraktile Vakuole und die Wabenstruktur des Protoplasmas. Bot. Ztg. **63** (163). **Doflein F.** 1916. Lehrbuch der Protozoenkunde. **Eisenberg E.** 1924. Działanie wodniczka tętniącego u wymoczków. (Sur le fonctionnement de la vésicule pulsatile chez les infusoires). Trav. de l'Inst. Nencki. **2**, №37. **Eisenberg E.** 1925. Recherches sur le fonctionnement de la vésicule pulsatile des infusoires (*Paramecium caudatum* Stein). Arch. de Biologie. **35** (441). **Fauré-Fremiet. E.** 1925. La structure permanente de l'appareil excréteur chez quelques Vorticellides. C. R. Soc. de Biol. **93** (26). **Gelei J.** 1925. Nephridialapparat bei den Protozoen. Biol. Zentralbl. **45** (676). **Hamburger H. J.** 1902. Osmotischer Druck und Jonenlehre. **Herfs A.** 1922. Die pulsierende Vakuole der Protozoen, ein Schutzorgan gegen Aussüßung. Arch. f. Protist. **44** (227). **Jljin W.** 1923. Die Permeabilität des Plasmas für Salze und die Anatonose. Studies from the Plant Physiological Laboratory of Charles University. Prague. **1** (97). **Kolthoff I. M.** 1923. Der Gebrauch von Farbenindikatoren. **Lapicque L.** 1922. Mécanisme d'échange entre la cellule et le milieu ambiant. C. R. Acad. des Sc. Paris. **174** (1490). **Loeb J.** 1918a. Chemical influence of the hydrogen ion concentration. Journ. of gen. Physiol. **1** (303). **Loeb J.** 1918b. Volumetric analysis of ion-protein compounds; the significance of the isoelectric point for the purification of amphoteric colloids. **1** (341). **Mc Cutcheon M. and Lucke B.** 1927. The effect of salt concentration of the medium on the rate of osmosis of water through the membran of living cells. Journ. of gen. Physiol. **10** (665). **Michaelis L.** 1914. Die Wasserstoffionenkonzentration. **Przyłęcki St. J.** 1922. Wymiana wody i soli u płazów. Rozpr. Akad. Lek. **1** (77). **Pütter A.** 1904. Die Reizbeantwortung der Ciliaten Infusorien. Ztschr. f. allg. Physiol. **3** (406). **Reiss P.** 1926a. Le pH intérieur cellulaire et ses variations. C. R. Soc. de Biol. **95** (51). **Reiss P.** 1926b. Le pH en biologie cellulaire. Rev. de méd. **43** (845). **Stempell W.** 1924 Beiträge zur Physiologie der pulsierenden Vakuole von *Paramecium*. Arch. f. Protist. **48** (342).

BIBLIOGRAPHIA POLONICA*)

- APFELBAUM E. 1928. — Rola wątroby w przemianie wodnej ustroju. (Le rôle du foie dans les échanges hydriques de l'organisme). Polska Gazeta Lekarska № 6 (96 — 99).
- BIAŁASZEWICZ K. 1927. — Contributions à l'étude de la composition minérale des cellules-oeufs. Pubblicaz. della Staz. Zool. di Napoli. 8 (355 — 369).
- BIAŁASZEWICZ K. 1928. — L'ultrafiltration appliquée aux recherches sur la répartition des électrolytes dans le cytoplasme. Ann. de Physiol. 4 (190 — 217).
- BIAŁASZEWICZ K. 1928. — Studja porównawcze nad składem cieczy międzycząstkowej komórek jajowych. (Etudes comparées sur la composition du liquide intermicellaire des oeufs). Acta Biologiae Experimentalis. 1 (1 — 52).
- BLOCH M. 1928. — Zasób zasad (rezerwa zasadowa) krwi w odmie piersiowej. (La réserve alcaline du sang dans le pneumothorax artificiel). Polskie Archiwum Medycyny Wewnętrznej. 6 (1 — 17).
- BOCK R. et K. REIS. 1928. — Influence de la régénération sur la couleur et le dessin des Salamandres adultes. C. R. Soc. de Biol. 98 (1060 — 1063).
- CHRZĄSZCZEWSKI ST. und MOZOŁOWSKI WŁ. 1928. — Über den Ammoniakgehalt und die Ammoniakbildung im Muskel und deren Zusammenhang mit Funktion und Zustandsänderung. V. Mitteilung: Der Verlauf der traumatischen Milchsäure — und Ammoniakbildung und ihre Abhängigkeit von hemmenden Faktoren. Biochem. Zeitschr 194 (233 — 243).
- CIESZCZYKIEWICZ M. 1928. — Sur la conservation des souches du Gonocoque. C. R. Soc. de Biol. 98 (388 — 389).
- CZEŻOWSKA Z. et J. GOERTZ. 1928 — Influence du prélèvement du sang sur le taux du sucre du sang. C. R. Soc. de Biol. 98 (147 — 148).
- CZEŻOWSKA Z. i J. GOERTZ. 1928. — Wpływ ergotaminy na poziom cukru we krwi u ludzi zdrowych i chorych. (L'influence de l'ergotamine sur le taux du sucre sanguin). Polskie Archiwum Medycyny Wewnętrznej. 6 (225 — 234).

*) W opracowaniu S. DEMBOWSKIEJ.

- CZEŻOWSKA Z. et J. GOERTZ. 1928. — Influence de l'ergotamine sur le taux du sucre sanguin. C. R. Soc. de Biol. 98 (148 — 150).
- CYTRONBERG S. 1928. — Badania doświadczalne nad zawartością związków azotowych w żółci, wydzielanej w stanach azocicowych. (Recherches sur la teneur en substances azotiques de la bile, sécrétée au cours de l'azotémie expérimentale). Polskie Archiwum Medycyny Wewnętrznej. 6 (18 — 35).
- DADLEZ J. et W. KOSKOWSKI. 1928. — Métabolisme des hydrates de carbone dans l'organisme et rythme respiratoire sous l'influence du bleu de méthylène dans la fièvre périphérique. C. R. Soc. de Biol. 98 (140 — 142).
- FEJGIN B. 1928. — Au sujet de la transmission de la fièvre scarlatine par les livres. C. R. Soc. de Biol. 98 (118 — 120).
- FRANKE M. 1928. — Sur la rétention de l'azote résiduel et des corps aromatiques du sang et sur sa localisation anatomique dans l'insuffisance rénale expérimentale. C. R. Soc. de Biol. 98 (1053 — 1057).
- GEDROYC M. et P. KUBIKOWSKI. 1928. — Influence des sérums neurotoxiques introduits dans les veines sur la pression sanguine. C. R. Soc. de Biol. 98 (1070 — 1072).
- GNOIŃSKI H. 1928. — Variations du niveau de la glycémie chez les Chiens néphrectomisés, sous l'influence du blocage du système réticulo-endothélial. C. R. Soc. de Biol. 98 (72 — 73).
- GNOIŃSKI H. 1928. — Influence de l'insuline sur le taux du sucre sanguin chez les animaux néphrectomisés. C. R. Soc. de Biol. 98 (785 — 786).
- GODLEWSKI E. (fils). 1927. — Sur les stimulus de la régénération. Bull. Intern. Acad. Polon. Cracovie. 7 B (823 — 825).
- GODLEWSKI E. 1928. — Badania nad istotą podniety zjawisk regeneracyjnych i ich hamowaniem. (Recherches expérimentales sur la nature de la stimulation de la régénération et sur l'inhibition de ce phénomène). Acta Biologiae Experimentalis. 1 (1 — 39).
- HALBER W., H. HIRSZFELD und M. MAYZNER. 1927. — Beiträge zur Konstitutionserologie. II. Mitteilung. Untersuchungen über die Antikörperentstehung bei Kindern im Zusammenhang mit dem Alter. Zeitschr. f. Immunitätsforschung 53 (391 — 418).
- HIRSZFELD L. und W. HALBER. 1927. — Studien über die Konstitutionserologie. III Mitteilung. Untersuchungen über die Reaktionsfähigkeit der Tiere. Zeitschr. f. Immunitätsforschung. 53 (419 — 438).
- HIRSZFELD H. und L. HIRSZFELD. 1927. — Weitere Untersuchungen über die Vererbung der Empfänglichkeit für Infektionskrankheiten. Zeitschr. f. Immunitätsforschung. 54 (81 — 104).
- HIRSZFELD H., M. MAYZNER und F. PRZESMYCKI. 1928. — Untersuchungen über Streptokokkengifte. Zeitschr. f. Immunitätsforschung. 57 (414 — 420).

- HIRSCHLER J. 1928. — Sur un composant plasmatique de *Proteromonas lacertae viridis* Grassi (Flagellés). C. R. Soc. de Biol. 98 (1101—1102).
- HIRSCHLER J. 1928. — Relations topographiques entre l'appareil de Golgi et le vacuome au cours de la spermatogénèse chez *Phalera bucephala* L. et *Dasychira salenitica* Esp. (Lepidoptera). C. R. Soc. de Biol. 98 (494 — 495).
- HIRSCHLER J. 1928. — Appareil de Golgi — vacuome au cours de la spermatogénèse chez *Macrothylacia rubi* L. (Lepidoptère). C. R. Soc. de Biol. 98 (145 — 146).
- HIRSCHLER J. et L. MONNÉ. 1928. — Comportement de l'idiosome au cours de la spermatogénèse chez le Lapin (*Lepus cuniculus*). C. R. Soc. de Biol. 98 (1102 — 1104).
- HIRSCHLER J. et Z. HIRSCHLEROWA. 1928. — L'appareil de Golgi et le vacuome dans une certaine catégorie de cellules somatiques chez la larve de *Phryganea grandis* L. (Trichoptera). C. R. Soc. de Biol. 98 (1099 — 1100).
- HIRSCHLEROWA Z. 1928. — Les composants plasmatiques des cellules génitales femelles de *Phryganea grandis* L. (Trichoptera). C. R. Soc. de Biol. 98 (476 — 477).
- HORNUNG S. 1927. — O przewlekłym stosowaniu insuliny w eksperymencie. (Sur application expérimentale à la longue de l'insuline). Polska gazeta lekarska. № 48 (972 — 974).
- HORNUNG S. 1928. — Action d'un dérivé polyméthylé de la guanidine sur le Chien normal. C. R. Soc. de Biol. 98 (137 — 139).
- ITELSON J. 1928. — Rola wątroby w regulacji przemiany wodnej i przemiany wodorów węgla. (Le rôle du foie dans la régulation des échanges hydriques et du métabolisme des hydrates du carbone). Polska Gazeta Lekarska № 5 (79 — 82).
- ITELSON J. i M. KOCEN. 1928. — Badania nad wahaniami frakcyj białkowych krwi w stanach fizjologicznych i patologicznych ze szczególnem uwzględnieniem wydalności wątroby. (Etude sur la fluctuation du taux de l'albumine dans le sérum du sang dans les états physiologiques et pathologiques avec considération spéciale des fonctions du foie). Polskie Archiwum Medycyny Wewnętrznej. 6 (53 — 67).
- KACZKOWSKI B. 1928. — Recherches sur l'hérédité des isoagglutinines et des propriétés d'isoagglutination chez les Brebis. C. R. Soc. de Biol. 98 (386 — 387).
- KAUFMAN L. 1927. — Spostrzeżenia nad wpływem wyciągów z obcogatunkowych zarodków na szybkość wzrostu tkanek poza ustrojem. (Observations on the influence of heterologous embryonic extracts on the rate of growth of tissues cultivated in vitro). Pamiętnik Państw. Inst. Nauk Gosp. Wiejsk. w Puławach. 8 (137 — 146).
- KAULBERSZ J. 1928. — O wpływie zmęczenia na gospodarkę wodną ustroju w górach i na nizinie. (L'influence de la fatigue dans les montag-

- nes et dans la plaine sur l'échange de l'eau dans l'organisme). *Medycyna Doświadczalna i Społeczna*. 8 (315 — 336).
- KAULBERSZ J. 1928. — O wpływie zmęczenia na stężenie jonów wodorowych we krwi i moczu w górach i na nizinie. (L'influence de la fatigue dans les montagnes et dans la plaine sur la concentration en ions hydrogènes du sang et de l'urine). *Medycyna Doświadczalna i Społeczna*. 8 (337 — 347).
- KOCHLER S. 1927. — De l'influence exercée par la farine de céréales sur la réaction du liquide dans lequel elle baigne. *Bull. intern. Acad. Polon. Cracovie*. 7 B. (953 — 963).
- KON ST. 1928. — O podawaniu glicyny gołębiom nieotrzymującym witaminy B. (Administration de glycine aux pigeons sans vitamine B). *Medycyna Doświadczalna i Społeczna*. 8 (395 — 400).
- KOPEĆ S. 1928. — O wpływie przerywanego głodzenia na długość życia formy dojrzałej *Drosophila melanogaster*. (L'influence du jeune intermittent sur la durée de la vie de la forme adulte de *Drosophila melanogaster*). *Acta Biologiae Experimentalis*. 1 (1 — 20).
- KOZŁOWSKI A. 1928. — The effect of ricinoleated vaccine of the hemolytic *Streptococcus* (Scarlet Fever) on animals. *Journ. of Immunology*. 15 (115 — 122).
- KUBIKOWSKI P. 1928. — Action sur la sécrétion pancréatique de certains corps se formant dans le gros intestin. *C. R. Soc. de Biol.* 98 (142 — 145).
- KWIECIŃSKI R. 1927. — Dalsze studia nad wpływem dwucyjandwuamidu na rośliny. (Recherches sur l'influence du dicyandiamide exercée sur les plantes. II). *Pamiętnik Państw. Inst. Nauk. Gospodarstwa Wiejskiego w Puławach*. 8 (131 — 136).
- LANDAU A. i J. HELD. 1928. — O wpływie adrenaliny, atropiny i pilokarpiny na odczyn leukocytowy we krwi po wprowadzeniu pozajelitowym białka. (L'influence de adrénaline, de l'atropine et de la pilocarpine sur la formule leucocytaire après l'introduction parentérale des protéines.) *Polska Gazeta Lekarska*. № 11 (189 — 196).
- LASKOWSKI J. 1928. — Méthode de dosage des oxydases dans les tissus. *C. R. Soc. de Biol.* 98 (1369 — 1371).
- LATYSZEWSKI M. 1927. — Le rapport plasmonucléaire dans les cellules hépatiques de l'Axolotl pendant la période de croissance et après la métamorphose. *Bull. intern. Acad. Polon. Cracovie*. 7 B (751 — 783).
- LIPSKA J. 1927. — Badania nad warunkami powstawania skrobi w pleśniach w szczególności u *Citromyces glaber* (Wehm). [Recherches sur la formation de l'amidon chez les moisissures, notamment chez *Citromyces glaber* (Wehm)]. *Pamiętnik Państw. Inst. Nauk. Gosp. Wiejsk. w Puławach*. 8 (549 — 589).
- LISTOWSKI A. 1927. — Über den Einfluss verschiedenfarbigen Lichtes auf die Keimung der Sporen und Entwicklung der Protonemen einiger Moose. *Bull. intern. Acad. Polon. Cracovie*. 6 B (631 — 666).

- LEWICKI ST. 1927. — Różnice w biologii zbóż ozimych i jarych. Część I. Badanie mieszańców przy uprawie wiosennej. (Différences biologiques entre les blés d'hiver et les blés de printemps. I partie. Etudes sur les hybrides en culture de printemps). Pamiętnik Państw. Inst. Nauk. Gosp. Wiejsk. w Puławach. 8 (147 — 224).
- LEWICKI ST. 1927. — Różnice w biologii zbóż ozimych i jarych. Część II. Badanie mieszańców przy uprawie jesiennej. (Différences biologiques entre les blés d'hiver et les blés de printemps. II partie. Etudes sur les hybrides en culture d'hiver). Pamiętnik Państw. Inst. Nauk. Gosp. Wiejsk. w Puławach. 8 (347 — 416).
- MALINOWSKI E. 1928. — Hipoteza powinowactwa chromosomów. (The hypothesis of chromosome affinity). Acta Biologica Experimentalis. 1 (1 — 12).
- MARCHLEWSKI T. and K. WODZICKI. 1927. — Studies on silvering in Rabbits II (A Survey of the Genetic Factors involved). Bull. intern. Acad. Polon. Cracovie. 6 B (687 — 704).
- MINKIEWICZ ST. 1927. — Studja nad miodówką jabłoniową (*Psylla mali Schmidberger*). Część II. Rozwój i biologja. [The apple sucker (*Psylla mali Schmidberger*). Part II. Development and biology]. Pamiętnik Państw. Inst. Nauk. Gosp. Wiejsk. w Puławach. 8 (457 — 528).
- MINKOWSKI M. 1927. — L'état actuel de l'étude des réflexes Paris. (Masson), pp. 1 — 75.
- MORACZEWSKI W. 1928. — Sur les causes de la rétention de l'eau après ingestion de graisses. C. R. Soc. de Biol. 98 (1058 — 1060).
- MOZOŁOWSKI W. i H. HILAROWICZ. 1928. — Uwagi o rzekomych własnościach antypeptycznych surowicy krwi. (Remarques sur les qualités dites antipeptiques du serum sanguin). Polska Gazeta Lekarska. № 22 (409).
- PARNAS J. K. 1928. — Badania nad powstawaniem amonjaku i zależnością tej sprawy od czynności i stanu mięśni. (Untersuchungen über die Ammoniakbildung und über den Zusammenhang dieses Vorgangs mit Funktion und Zustandsänderungen des Muskels). Acta Biologica Experimentalis. 1 (1 — 83).
- POLAK F. and A. TYCHOWSKI. 1928. — Über die Umwandlung der α -Diastase in β -Diastase. Biochem. Zeitschr. 192 (463 — 478).
- POLUSZYŃSKI G. 1928. — Corpuscules périnucléaires des cellules sexuelles mâles chez certains Diptères. C. R. Soc. de Biol. 98 (1067 — 1069).
- PTASZEK L. 1928. — Reserve alcaline et corps aromatiques du sang dans l'insuffisance rénale expérimentale chez le Chien. C. R. Soc. de Biol. 98 (150 — 152).
- PRZESMYCKI F., L. LIPOWSKA et ST. SIERAKOWSKI. 1928. — Sur l'ultrafiltration des toxines diphtériques. C. R. Soc. de Biol. 98 (1231 — 1232).
- PRZYŁĘCKI ST. 1928. — Préparation de l'uricase. C. R. Soc. de Biol. 98 (787 — 788).

- PRZYŁĘCKI ST. J. 1928. — Wpływ struktury na kinetykę desmolaz. Część I. Układy: urikaza, kwas moczowy, węgiel czynny i nieczynny oraz białko. (L'influence de la structure sur la cinétique des desmolases. I-e partie. Systèmes: acide urique, uricase, charbon actif et inactif et protides). *Acta Biologiae Experimentalis*. **1** (1 — 26).
- PRZYŁĘCKI S. J. and NIEDŹWIECKA H. 1928. — Structure and enzyme reactions. III. The system polysaccharide-amylase-protein. *Biochem. Journ.* **22** (34 — 42).
- PRZYŁĘCKI ST. et R. TRUSZKOWSKI. 1928. — Propriétés de l'uricase. *C. R. Soc. de Biol.* **98** (790 — 792).
- PRZYŁĘCKI ST. et R. TRUSZKOWSKI. 1928. — Mode d'action de l'uricase. *C. R. Soc. de Biol.* **98** (789 — 790).
- PRZYŁĘCKI S. J., W. GIEDROYĆ and E. A. SYM. 1928. — Structure and enzyme reactions. Parts V and VI. The systems glucose-enzyme and estercatalyst. *Biochem. Journ.* **22** (811 — 825).
- PTASZEK L. 1927. — Zachowanie się zapasu zasad i ciał aromatycznych w doświadczalnej niedomodze nerkowej. (La reserve alcaline et les corps aromatiques dans l'insuffisance expérimentale des reins). *Polska Gazeta Lekarska* № **49** (989 — 990).
- RACHOŃ K. i J. WALEWSKI. 1928. — Badania nad wpływem histaminy na wydzielenie soku żołądkowego u człowieka z przetoką żołądkową. (Influence de l'histamine sur la sécrétion du suc gastrique dans un cas de fistule gastrique permanente). *Polskie Archiwum Medycyny Wewnętrznej*. **6** (264 — 270).
- RACHOŃ K. et J. WALEWSKI. 1928. — Influence de l'histamine sur la sécrétion du suc gastrique dans un cas de fistule gastrique permanente. *C. R. Soc. de Biol.* **98** (383 — 385).
- ROGOZIŃSKI F. i M. STASZEWSKA. 1928. — O trawieniu ligniny przez zwierzęta przeżuwające. (Sur la digestion de la lignine par les ruminants). *Acta Biologiae Experimentalis*. **1** (1 — 9).
- ROSNER J. 1928. — Classification sérologique des Streptocoques hémolytiques. *C. R. Soc. de Biol.* **98** (389 — 390).
- ROWIŃSKA M. 1928. — Le rapport nucléoplasmatique dans divers organes de Mammifères. *C. R. Soc. de Biol.* **98** (783 — 784).
- RYCHLEWSKA H. 1928. — O cieple spalania mięśni żywych. (De la chaleur de combustion des muscles vivants). *Acta Biologiae Experimentalis*. **1** (1 — 16).
- SKALIŃSKA M. 1928. — Sur les causes d'une disjonction non typique des hybrides du genre *Aquilegia*. *Acta Societatis Botanicorum Poloniae*. **5** (141 — 173).
- SKALIŃSKA M. et S. GUCHTMAN. 1928. — Etude du noyau d'une race polymorphe de *Petunia*. *C. R. Soc. de Biol.* **98** (67 — 69).
- SKARŻYŃSKA-GUTOWSKA M. 1928. — Wpływ choliny na występowanie objawów nerwowych przy beri-beri u gołębi. Action de la choline

- sur les phénomènes nerveux de beri-beri des pigeons). *Medycyna Doświadczalna i Społeczna*, 8 (385 — 394).
- SKARŻYŃSKA-GUTOWSKA M. 1928. — Action de la choline sur les phénomènes nerveux dans le béri-béri des Pigeons. *C. R. Soc. de Biol.* 98 (1045 — 1047).
- SKARŻYŃSKA-GUTOWSKA M. 1928. — Action physiologique de la vitamine B. Phénomènes circulatoires et respiratoires. *C. R. Soc. de Biol.* 98 (1375 — 1376).
- SKUPIEŃSKI F. X. 1928. — Badania bio-cytologiczne nad *Didymium difforme*. Część pierwsza. (Etude bio-cytologique du *Didymium difforme*. Première partie. *Acta Societatis Botanicorum Poloniae*. 5 (255 — 336).
- SMRECZYŃSKI ST. 1927. — Les résultats des recherches sur la localisation de l'embryon virtuel dans l'oeuf de grenouille, obtenus en enfonçant des aiguilles de verre. *Bull. intern. Acad. Polon. Cracovie*. 7 B (730 — 749).
- SPARROW H. 1928. — Badania istoty zarazka polimyelitis. (Recherches sur le virus de la polimyélite). *Polska Gazeta Lekarska*. № 22 (411 — 413).
- STERLING-OKUNIEWSKI S. 1928. — Réaction cutanée au filtrat tuberculeux chez les sujets atteints de tuberculose. *C. R. Soc. de Biol.* 98 (71—72).
- SUPNIEWSKI J.-V. 1928. — Constitution chimique et propriétés pharmacologiques des dérivés du méthylimidazol. *C. R. Soc. de Biol.* 98 (1229 — 1230).
- SUPNIEWSKI J. W. 1928. — Działanie toksyczne alkylowych pochodnych rtęci na organizmy zwierzęce. (L'action toxique des composés alkylés du mercure sur les organismes des animaux). *Medycyna Doświadczalna i Społeczna*, 8 (348 — 353).
- SUPNIEWSKI J. V. 1928. — Związek między budową chemiczną i własnościami farmakologicznymi w grupie związków imidazolowych. I. Badania nad pochodnymi metylimidazolu. (The chemical constitution and the pharmacological properties of the methylglioxaline compounds). *Acta Biologiae Experimentalis*. 1 (1 — 19).
- SUPNIEWSKI V. 1928. — Untersuchungen über Diastase. IV Mitteilung: Über den Gehalt verschiedener Getreidearten an extrahierbarer und nicht extrahierbarer α -Diastase. *Biochem. Zeitschr.* 192 (457 — 462).
- SZABUNIEWICZ B. 1928. — Badania nad przebiegiem leukocytozy pokarmowej. (Sur la leucocytose au cours de l'alimentation). *Medycyna Doświadczalna i Społeczna*, 8 (354 — 371).
- SZAJNA M. 1927. — Działanie hipertonicznych roztworów jonów K, Na i Li na pantoflarki ogoniaste (*Paramecia caudata*). II. Mechanizm działania adrenalizy i kokainy na pantoflarki ogoniaste. (L'influence des solutions hypertoniques des ions K, Na et Li sur le *Paramecium caudatum*. II. Le mécanisme de l'action de la suprarenine et de la cocaïne sur le *Paramecium caudatum*. *Polska Gazeta Lekarska*. № 47 (958 — 960).

- ŚWIDER Z. i N. KON. 1927. — Badania nad grupami serologicznymi krwi i u gruźlików. II. Zespoły barwikowe, grupy krwi, a usposobienie osobnicze do gruźlicy. (Les recherches sur les groupes sérologiques chez les tuberculeux. II. Syndromes pigmentaires, les groupes du sang et la disposition individuelle à la tuberculose. *Polska Gazeta Lekarska* № 48 (972).
- ŚWIDER Z. et N. KON. 1928. — Recherches sur les groupes sanguins chez les tuberculeux. *C. R. Soc. de Biol.* 98 (385 — 386).
- ŚWIDER Z., N. KON i M. MANCEWICZÓWNA. 1928. — Badania grup serologicznych krwi u gruźlików. III. Grupy krwi a przebieg kliniczny gruźlicy. (Les groupes sérologiques du sang chez les tuberculeux. III. Les groupes sérologiques et le parcours de la tuberculose). *Polska Gazeta Lekarska* № 16 (292 — 293).
- ŚWIDER Z., N. KON i M. MANCEWICZÓWNA. 1928. — Badania nad grupami serologicznymi krwi u gruźlików. Grupy krwi, a przebieg kliniczny gruźlicy. (Recherches sur les groupes sérologiques chez les tuberculeux. Groupes sanguins et evolution clinique de la tuberculose). *Polskie Archiwum Medycyny Wewnętrznej.* 6 (271 — 280).
- TRUSZKOWSKI R. 1928. — Les diastases purinolytiques des Invertébrés. *C. R. Soc. de Biol.* 93 (1048 — 1049).
- TRUSZKOWSKI R. 1928. — Studies in purine metabolism. V. The nuclear/plasmic ratio of frogs. *Biochem. Journ.* 22 (198 — 200).
- TRUSZKOWSKI R. 1928. — Structure and enzyme reactions. Part IV. The system glycogen-amylase-lipoids. *Biochem. Journ.* 22 (767 — 770).
- TURNAU S. 1928. — Sur la morphologie synthétique de la glande mammaire. *C. R. Soc. de Biol.* 98 (1051 — 1052).
- ZAKRZEWSKI A. 1928. — Lésions histopathologiques de la tuberculose expérimentale du poumon et remarques sur l'histogénèse des éléments constitutifs des tubercules du Cheval. *C. R. Soc. de Biol.* 93 (1064 — 1067).
- WALAWSKI J. 1928. — La sécrétine intestinale excitant de la sécrétion des glandes stomacales. Préparation et effets. *C. R. Soc. de Biol.* 98 (1371 — 1372).
- WALAWSKI J. 1928. — La sécrétine intestinale excitant de la sécrétion des glandes stomacales. Mode d'action. *C. R. Soc. de Biol.* 98 (1373 — 1374).
- WALAWSKI J. 1928. — La sécrétine intestinale excitant de la sécrétion des glandes stomacales. Etude chez l'Homme dans un cas de fistule gastrique. *C. R. Soc. de Biol.* 98 (1374 — 1375).
- WILEŃCZYK A. 1928. — Formation des asques dans les cultures de *Trichophyton*. *C. R. Soc. de Biol.* 98 (70 — 71).
- WILEŃCZYK A. 1928. — La formation d'asques chez *Achorion Schönleini* (favus). *C. R. Soc. de Biol.* 98 (1049 — 1050).
- WAJS E. i H. WASERMAN. 1928. — O roli lipidów w lecznictwie i w bio

- Lucji. (Sur le rôle des lipoides dans le thérapeutique et dans la biologie). *Polska Gazeta Lekarska*. № 13 (229 — 232).
- WODZICKI K. 1927. — Beitrag zur Kenntnis der Haut und des Fettansatzes bei Vögeln. *Bull. intern. Acad. Polon. Cracovie*. 6 B. (667 — 686).
- WÓJCIKI Z. 1927. — Über die Zahl und Form der Chromosomen bei *Haemanthus Katharinae*. *Bull. intern. Acad. Polon. Cracovie*. 6 B (611 — 630).
- ZALESKI L. 1927. — O wędrowaniu mineralnych składników pokarmowych podczas wzrostu rośliny. (Sur la migration des principes nutritifs minéraux pendant la croissance de la plante). *Pamiętnik Państw. Inst. Nauk. Gosp. Wiejsk. w Puławach*. 8 (239 — 294).
- ŻABIŃSKI J. 1928. — Elevage des Blattides soumis à une alimentation artificielle. *C. R. Soc. de Biol.* 98 (73 — 77).
- ŻABIŃSKI J. 1928. — Nouvelles recherches sur l'élevage des Blattides soumis à une alimentation artificielle. Influence de la composition du régime. *C. R. Soc. de Biol.* 98 (78 — 80).
- VIEWEGER T. 1928. — Skład chemiczny węgorzy głodzonych. (Sur la composition chimique des anguilles soumises à l'inanition). *Acta Biologiae Experimentalis*. 1 (1 — 19).
- VORBRODT WŁ. 1928. — O związkach fosforowych grzybni kropidlaka (*Aspergillus niger*). [Sur les composés phosphorés du mycéllium de l'Aspergille (*Aspergillus niger*)]. *Acta Biologiae Experimentalis*. 1 (1 — 10).



Acta Biologiae Experimentalis

Wskazówki dla autorów:

Do druku są przyjmowane nieogłoszone dotychczas w obcych czasopismach naukowych prace, wykonane w polskich lub zagranicznych zakładach badawczych. Rękopisy (pisane po polsku, ze streszczeniem w jednym z czterech języków kongresowych, nie przekraczającym 10% tekstu polskiego, lub też pisane w języku obcym, z odpowiednim streszczeniem polskiem) nie powinny w zasadzie przekraczać objętości jednego arkusza druku. Rękopisy winny być pisane możliwie zwięźle, zupełnie czytelnie (lepiej — maszynowo na interlinji, zaś tekst obcojęzyczny obowiązkowo na maszynie), z marginesem, na jednej stronie kartek (jednakowej wielkości), z zakreśleniem ustępów mniej ważnych (historja zagadnienia, kwestje metodyczne i techniczne, protokoły doświadczeń, spis piśmiennictwa), które będą drukowane *petitem*.

Autorowie są proszeni o nadsyłanie rękopisów w redakcji ostatecznej, wyliczającej poważniejsze zmiany lub uzupełnienia tekstu w czasie korekty.

Uprasza się o przestrzeganie w układzie rękopisu następującej kolejności: 1^o, nazwa zakładu, w którym praca została wykonana; 2^o, imię (lub lepiej—tylko inicjały) i nazwisko autora; 3^o, tytuł pracy możliwie krótki i ściśle odpowiadający treści w języku polskim i poniżej—w języku obcym; 4^o, streszczenie w jednym z języków kongresowych (jako wzór — komunikaty w C. R. Soc. de Biol.); 5^o, tekst polski; 6^o, polskie streszczenie głównych wyników, o charakterze obiektywnym i w formie, pozwalającej się bezpośrednio zużytkować w czasopismach bibliograficznych; 7^o, piśmiennictwo; 8^o, objaśnienie rysunków w tablicach pozatekstowych (w dwu językach).

Podkreślenia: 1^o, rozdziały pracy — trzema linjami ciągłymi (*petit tusty*); 2^o, nazwiska autorów w tekście — dwiema linjami ciągłymi (*kapitałki*); 3^o, ustępy tekstu o charakterze wniosków — jedną linją przerywaną (tekst spacjeowany); 4^o, nazwy łacińskie w tekście (rodzaje i gatunki zwierząt i roślin, nazwy anatomiczne) oraz tekst obcojęzyczny w tabelach liczbowych, w objaśnieniach rysunków w tekście i do tabel pozatekstowych—jedną linją falistą (*kursywa*).

Cytaty: po nazwisku autora, cytowanego w tekście, należy umieścić w nawiasach dwie ostatnie cyfry roku wydania pracy, poprzedzone przecinkiem u góry, np.: GODLEWSKI ('91).

Tabele liczbowe: na oddzielnych kartkach (tego samego formatu, co rękopis), z nagłówkami ogólnymi i kolumnowymi w dwu językach, ułożone oszczędnie (należy unikać kolumn mało wypełnionych), numeracja rzymska.

Rysunki: reprodukcja wyłącznie cynkofotograficzna (kreskowa lub siatkowa), jednobarwna; liczba rysunków możliwie ograniczona; wielkość nieprzekraczająca—po zmniejszeniu (najlepiej do $\frac{2}{3}$)—50 cm². Objaśnienia do rysunków w tekście (dwujęzyczne) na oddzielnych kartkach—wklejonych w odpowiednie miejsca rękopisu.

Piśmiennictwo, ułożone w porządku alfabetycznym, nazwisk autorów, w formie, przyjętej w bibliografji: 1^o, nazwisko i inicjały imion autora (potrójne podkreślenie); 2^o, rok wydania pracy lub książki (cyfra pełna); 3^o, pełny tytuł publikacji; 4^o, skrócony tytuł czasopisma; 5^o, tom (cyfry arabskie, potrójne podkreślenie); 6^o, pierwsza strona pracy (w nawiasie). Np.: Nenoki M. und J. Zaleski. 1901. Über die Bestimmung des Ammoniaks in tierischen Flüssigkeiten und Geweben. Zeitschr. physiol. Chem. 33 (193), Opera Omnia. 2 (806).

Autorowie otrzymują 60 odbitek pracy gratis. Odbitki nadliczbowe można nabyć w cenie kosztu (arkusz druku—ok. 45 gr, okładka—10 gr.) za uprzednim zamówieniem, które należy nadesłać wraz z pierwszym arkuszem korekty.



Drukarnia i Litografia
p. t. „JAN COTTY”
w Warszawie, Kapucyńska 7.

