

1926

Genenbaum

PRACE ZAKŁADU FIZJOLOGJI INSTYTUTU im. M. NENCKIEGO  
(Towarzystwo Naukowe Warszawskie). Tom I (1922) № 13.

TRAVAUX DU LABORATOIRE DE PHYSIOLOGIE DE L'INSTITUT M. NENCKI  
(Société des Sciences de Varsovie). Tome I (1922) № 13.

S. LIBRACHÓWNA.

# O przemianie materji u płazów w stanie głodu.

(Sur le métabolisme chimique chez les Amphibiens  
à l'état de jeûne).



S. 631.

Z zasiłku Wydziału Nauki  
Ministerstwa Wyznań Religijnych i Oświecenia Publicznego.

LWÓW—WARSZAWA

KSIĄŻNICA POLSKA TOWARZYSTWA NAUCZYCIELI SZKÓŁ WYŻSZYCH  
1923.

Wysł do  
S-5406  
22.7.49





*Prof. Dr. J. Tenenbaumowi  
S. Librachówna.*

**Prace Zakładu Fizjologii Instytutu im. M. Nenckiego**  
(Towarzystwo Naukowe Warszawskie).  
Tom I (1922) № 13.

**Travaux du Laboratoire de Physiologie de l'Institut M. Nencki**  
(Société des Sciences de Varsovie).  
Tome I (1922) № 13.



S. LIBRACHÓWNA.



S. 631.

## O przemianie materji u płazów w stanie głodu <sup>1)</sup>.

(Sur le métabolisme chimique chez les Amphibiens à l'état de jeûne).

Do badań niniejszych przystąpiłam z dwu głównie powodów. Pierwszym z nich był zupełny w literaturze dotychczasowej brak danych o przebiegu długotrwałego głodu u płazów w związku ze zmianami w wadze i w składzie chemicznym ciała, drugim natomiast—potrzeba wyświeatlenia, do którego z dwu typów głodowej przemiany materji—białkowego czy tłuszczowego—należy zaliczyć metabolizm tej grupy kręgowców.

Istotnie—w pracach dotychczasowych, dotyczących zagadnień z dziedziny przemiany materji i energii u płazów, wyłaniają się tylko poszczególne ogniwa tego złożonego łańcucha zjawisk.

Przedewszystkiem—oddychanie płucne i skórne u żab było przedmiotem badań wielu autorów, z pomiędzy nich na szczególne uwzględnienie zasługują prace Kluga ('84), Bohra ('99) i Krogha ('04).

Klug pierwszy przeprowadził doświadczenia, w których jednocześnie była oznaczana ilość wydalanego CO<sub>2</sub> z płuc i ze skóry—bądź też skóra była badana oddzielnie bez uszkodzenia płuc. Stwierdza on, że w ciągu miesięcy zimowych wydalanie dwutlenku węgla odbywa się przeważnie przez skórę.

<sup>1)</sup> Rzecz przedstawiona na posiedzeniu III Wydz. Tow. Nauk. Warsz w grudniu 1922 roku.

Skóra u żab jest zatem organem oddechowym par excellence. Aczkolwiek w lecie oddychanie płucne jest o wiele intensywniejsze, jednak i w tej porze roku oddychanie skórne przeważa nad płucnem. Praca Kluga jest niekompletna, gdyż autor ten zadawał sobie tylko badaniem wydalanego dwutlenku węgla, nie uwzględniając pobieranego tlenu.

Bohr natomiast w badaniach swoich uwzględnił jednocześnie wydalanie dwutlenku węgla i pobieranie tlenu. Zauważył on, że po wyłączeniu płuc współczynnik oddechowy zwiększa się. Tłumaczy to tem, że wydalanie przez skórę  $\text{CO}_2$  odbywa się o wiele szybciej, aniżeli pobieranie  $\text{O}_2$ .

Następnie Athanasiu ('00) w pracy swej o współczynniku oddechowym u żab w różnych porach roku, stwierdza, że współczynnik oddechowy jest największy w miesiącach jesiennych i zimowych, przekraczając nawet 1, aczkolwiek w tych miesiącach zwierzęta spalają tłuszcze i współczynnik powinienby z natury rzeczy być mniejszy, aniżeli w lecie, kiedy przeważa zużycie węglowodanów.

Według niego, żaby w lecie więcej pobierają aniżeli zużywają tlenu, składając w tkankach zapasy tlenowe, zużywane następnie w okresie zimowym; dlatego w tej porze roku, chociaż zwierzęta spalają tłuszcze, RQ jest większy. Szczególnie dokładne i interesujące są badania Krogha, dotyczące tego samego zagadnienia.

Już w roku 1877 był badany przez Schulza wpływ temperatury na oddychanie u płazów; przyczem autor ten stwierdził, że natężenie wymiany gazowej jest zależne od temperatury, wykazując maximum w temperaturze  $25-33^\circ$ .

Z dziedziny energetyki podjął Hill ('11) w pracy swojej zagadnienie produkcji ciepłej, którą wyznaczał za pomocą mikrokalorymetru różnicowego. Z badań tych wynika, że ilość ciepła, wytworzona przez gram wagi żywej, jest jednakowa dla żab, węzów i jaszczurek i wynosi 5 kal. gr. na godzinę w temperaturze  $20^\circ \text{C}$ , zwiększając się (u żab i węzów) 2 — 3 razy po podniesieniu temperatury o  $10^\circ \text{C}$ ., a tylko 1.5 razy u jaszczurek. Głodzone żaby wykazują zmniejszenie się produkcji ciepłej aż do pewnych stałych wartości.

Elsas ('13) w badaniach swoich wykazuje, że karmienie żab cukrem gronowym podwyższa o 6 — 20% zużycie tlenu, karmienie zaś tłuszczem nie wpływa na wzmożenie przemiany materji, natomiast białka spożyte zwiększają zużycie tlenu.

Nad zachowaniem się wagi ciała u trytonów w stanie głodu pracował Morgulis ('12). Cztery serje głodzonych trytonów wykazały w ciągu 7-mio tygodniowego okresu głodzenia od 19.2—24.8% straty wagi początkowej, przyczem dzienny ubytek pozostawał w stosunku prostym do wielkości zwierzęcia. Głód powoduje według Morgulisa większą stratę substancji suchej, aniżeli wody.

Przemiana materji u ryb (grupy zwierząt systematycznie blisko stojących płazów) była przedmiotem badań bardzo wielu autorów. Z doświadczeń Mieschera ('97), Reussa i Weinlanda ('12), Schütza ('13) wynika, że białko jest głównym składnikiem, którego kosztem odbywa się przemiana głodowa; nadto Schütz stwierdził u lńów przedśmiertną zwyżkę produkcji azotu. Knauth ('99) ustalił u ryb głodzonych zależność w wydalaniu azotu od temperatury; z podniesieniem tej ostatniej udział białka w przemianie materji wzrasta.

Moje poszukiwania zmierzały do poznania natężenia procesów rozpadowych w głodowej przemianie materji, ustalenia strat, jakim podlegają organiczne składniki ciała i wyznaczenia ich udziału.

### Metodyka.

Przedmiotem moich badań były płazy (*Amphibia*) ogoniaste (*Axolotl*, *Triton cristatus*) i bezogonowe (*Rana esculenta*, *Hyla arborea*). Aksolotle, któremi posługiwałam się w badaniach, były poprzednio przechowywane przez dłuższy czas w pracowni i dobrze odżywiane; pozostałe gatunki płazów pochodziły z pobliskich okolic Warszawy i były sprowadzane do pracowni na kilka dni przed rozpoczęciem doświadczeń.

Przystępując do doświadczeń, dzieliłam materiał na dwie grupy, z których jedna (kontrolna) służyła do analizy składników ciała przed głodzeniem (popiół, azot, kwasy tłuszczowe); pozostałe zwierzęta, stanowiące drugą grupę, głodziłam, badając zachowanie się wagi ciała i produkcję wydaliny, a po skończonym okresie głodu, analizując składniki niezżyte.

W tym celu zwierzęta, przeznaczone do głodzenia, po zważeniu, umieszczano w naczynkach, zawierających 100—150 cm<sup>3</sup> wody wodociągowej, nakrywano siatką i pozostawiano w cieplarni, gdzie temperatura wahała się w granicach 24—25° C.

Wodę z wydaliniami zmieniano co 3 dni, zwierzęta ważono, a w czasie najkrótszym po śmierci zwierząt wykonywano analizę składników ich ciała: popiołu, azotu, kwasów tłuszczowych; pozostałe ciała bezazotowe były obliczane z różnicy między wagą substancji organicznej a wagą kwasów tłuszczowych i białka, obliczanego z azotu ( $N. \times 6.25$ ).

Dla otrzymania substancji suchej odparowywałam wodę ze zwierząt drobno pokrajanych na łaźni, następnie, po zupełnem sproszkowaniu części stałych, doprowadzałam substancję do wagi stałej w temperaturze 40—45° C w próżni.

W substancji tej wyznaczałam zawartość części mineralnych, spopielając ją w tyglu platynowym i oznaczając oddzielnie części mineralne rozpuszczalne i nierozpuszczalne w wodzie.

W oznaczaniu azotu posługiwałam się metodą Kjeldahla, tłuszczów — Kumagawy i Suty.

Większą część analiz wykonywałam w 2 serjach równoległych, — w niektórych tylko z powodu małej ilości materiału musiałam ograniczyć się do analiz pojedynczych.

### **Wpływ głodzenia na wagę ciała i na przemianę azotową.**

Już Chossat (1843) w doświadczeniach swoich nad ssakami, ptakami i rybami wykazał, że zwierzęta te umierają, gdy strata na wadze dochodzi do 40% wagi początkowej.

Z badań Schütza ('43) nad linami wiadomo, że śmierć ich następuje po stracie 42—52% wagi ciała.

Morgulis ('12), głodząc trytony, stwierdził stratę 25% wagi początkowej po 7-miu tygodniach głodu.

Doświadczenia moje, które w tym rozdziale omówić pragnę, miały na celu zbadanie stopnia śmiertelnej redukcji wagi ciała i w związku z tym — ustalenie natężenia przemiany składników azotowych ciała w stanie głodu.

W tym celu przeprowadziłam 6 seryj doświadczeń równoległych z *aksolotlami* i 10 z *Rana esculenta*, *Triton cristatus* i *Hyla arborea*.

Wszystkie te doświadczenia były prowadzone w temperaturze około 25° C. Waga początkowa zwierząt, poddanych następnie głodzeniu, była różna: u aksolotli wahała się w granicach 37.9—40.5 g, zaś u żab jadalnych od 13.2 do 52.4 g (por. tab. I).



Waga *Triton cristatus* wynosiła zaledwie 5.62 g, *Hyla arborea* 5.65 g.

Zatem, jak widzimy, waga zwierząt wahała się w szerokich granicach, bo od 5.6 do 53.6 g. Czas trwania doświadczenia aż do śmierci, spowodowanej głodem, był też niejednakowy. Najdłuższy okres wynosił dni 160 (aksolotl № 2). Okres głodzenia pozostałych zwierząt wahał się od dni 72 (*Hyla arborea*) do 141 (*Triton cristatus*).

T A B E L A I.

Rodzaj, gatunek i numer zwierzęcia (Genre, espèce et numéro de l'animal)	Data rozpoczęcia doświadczenia (Date du commencement de l'expérience)	Czas trwania doświadczenia do śmierci głodowej. (Durée de l'expérience)	Waga ciała (Poids du corps).		
			Na początku okresu głodzenia (Au commencement de la période de l'inanition)	W chwili śmierci głodowej (An moment de la mort)	Stożek redukcji wagi ciała w chwili śmierci (Le poids final en % du poids initial)
			Uni. Jours.	g	g
Aksolotl № 2 . .	2.X	160	38.25	10.20	24.6
Aksolotl № 3 . .	26.X	129	37.97	1.77	34.6
Aksolotl № 4 . .	15.XI	123	40.50	12.80	31.6
R. escul. № 4	26.V	109	52.45	23.90	45.6
R. escul. № 5	15.IX	78	49.67	23.55	47.4
R. escul. № 6	8.XI	95	13.20	6.39	48.4
<i>Triton cristatus</i>	2.VI	141	5.62	1.95	34.7
<i>Hyla arborea</i> . .	26.V	72	5.65	2.29	40.5

W ciągu całego tego okresu głodzenia zwierzęta badane były początkowo ważone codziennie, następnie co drugi dzień, a w późniejszych nieco okresach w odstępach 3 i 6-cio dniowych. Ostatnie ważenie przypadało na kilka dni przed śmiercią.

W chwili śmierci głodowej waga zwierząt badanych była bardzo różna, zależna od wagi początkowej—najmniejsza u traszki wynosiła 1.95 g, — największa (u żaby jadalnej) stanowiła 23.9 g.

Jeżeli jednak zwrócimy uwagę na wartości względne, to stwierdzimy, że stopień redukcji wagi ciała w chwili śmierci głodowej, jest bardzo zbliżony dla płazów różnej wielkości, przyczem naogół daje się zauważyć, za-

leżność prosta między wielkością straty wagi ciała a długością życia bez pokarmu.

Tak np. aksolotl № 3, którego waga początkowa wynosiła 37.97 g, uległ w chwili śmierci prawie tej samej redukcji (33.6%), co traszka (34.7%), która w stanie odżywiania ważyła zaledwie 5.62 g.

Z dotychczasowych badań różnych autorów wiadomo, że śmierć zwierząt ciepłokrwistych, poddanych głodzeniu, następuje po stracie 40—52% wagi początkowej. W moich doświadczeniach nad aksolotlami i żabami stwierdzić mogłam o wiele większą stratę procentową. Dla aksolotli np. przeciętna strata procentowa wynosi 69,1%, przyczem wartości poszczególne wahają się od 63.4 — 74.2%, ta ostatnia liczba dotyczy aksolotla № 5, którego okres głodzenia był najdłuższy, bo trwający dni 173. Wśród pozostałych płazów znaczne straty wykazują *Triton cristatus* (65.3%), *Hyla arborea* (59.5%), *Rana esculenta* № 4 (54.4%). U innych straty procentowe są bardzo zbliżone.

Jeżeli zwrócimy uwagę na wielkość strat w wadze ciała w ciągu całego okresu głodzenia, to okaże się, że możnaby cały okres głodzenia u wszystkich zwierząt badanych rozbić na trzy następujące po sobie okresy. Okres początkowy, obejmujący kilka pierwszych dni głodu, charakteryzuje największa strata na wadze. Spadek wagi ciała w tym okresie w ciągu doby wynosi 1.14% u aksolotla № 2 (pomimo, że temperatura dochodziła do 15° C.) (tabela III), 3.48% (aksolotl № 3 tabela IV) i 3.97% (aksolotl № 4 tabela V). U żab strata dzienna w odniesieniu do aktualnej wagi ciała stanowi 1,14% (*Rana esculenta* № 4, tabela VI) i 0.89% (*Rana esculenta* № 6, tabela VII), u *Triton cristatus* (tabela VIII) 1.32%. Podobnie zachowują się w tym okresie i pozostałe płazy.

W środkowym okresie, obejmującym czas 70—80 dni, straty są mniejsze, ustalają się mniej więcej na jednym poziomie; stanowią 0.26%, 0.35%, 0.51%, 0.23%.

W okresie końcowym, trwającym średnio około 20 dni, następuje znów powiększenie strat, u niektórych zwierząt znaczne, bo sięgające 1.40% (aksolotl № 3), 0.94% (aksolotl № 2) i 1.07% (*Rana esculenta* № 4). Rysunek do tabeli II, w której waga ciała w poszczególnych momentach głodu została wyrażona w odsetkach wagi początkowej, ilustruje porównawczo przebieg tego zjawiska u przedstawicieli trzech gatunków płazów (aksolotl, traszka, żaba).



Krzywa wagi ciała zbliżona jest do litery „S“ wskutek tego, że straty procentowe są na początku i w końcu okresu głodzenia większe niż w okresie środkowym. Uderza nas tutaj przedewszystkiem zgodność strat, przypadających u różnych zwierząt w tych samych okresach czasu.

T A B E L A II.

Porównawcze zestawienie zachowania się wagi ciała zwierząt w czasie głodu.  
(Le changement du poids du corps pendant l'inanition).  
t. 25° C.

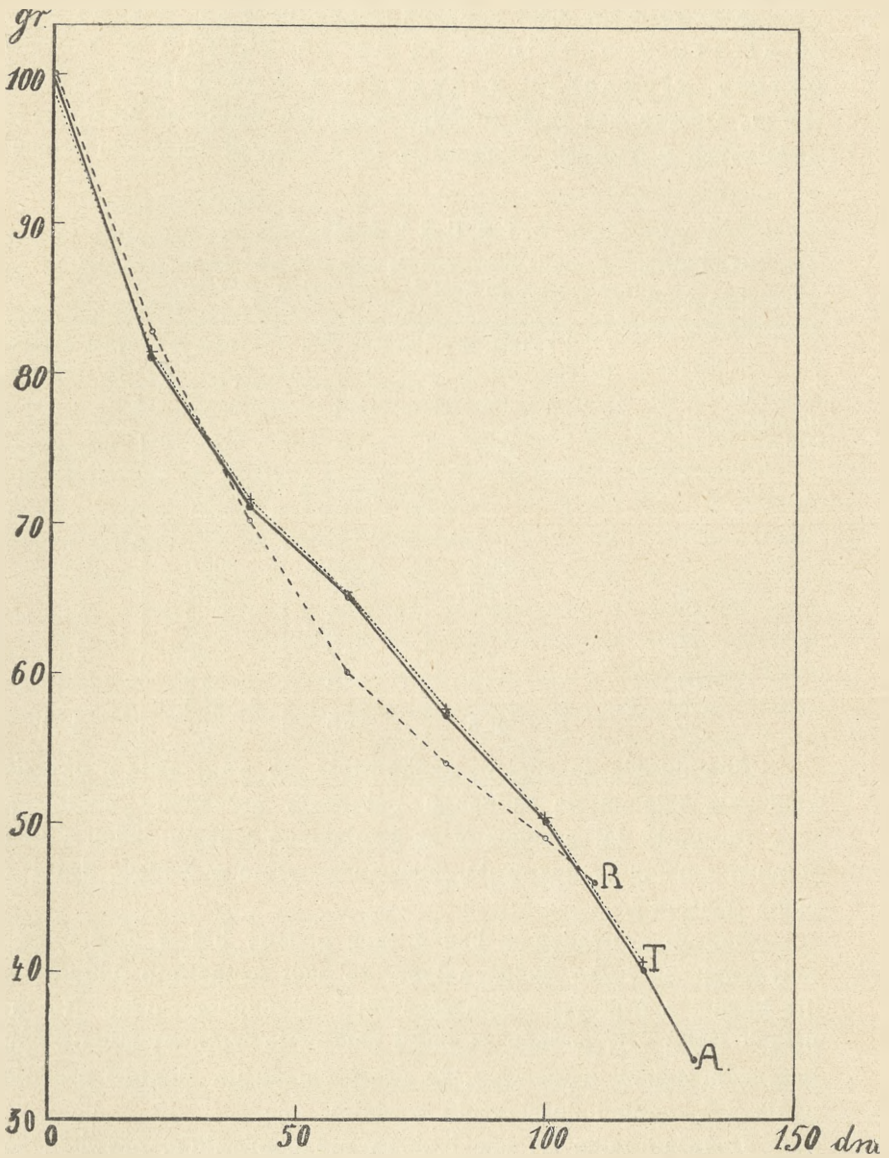
Dzień głodu (Le nombre de jours écoulés depuis le commencement de l'expérience)	Aksolotl № 2	Aksolotl № 3	Rana esc. № 4	Triton cristatus
	Początkowa waga ciała w gramach (Poids initial du corps en grammes)			
	38.25	37.97	52.45	5.62
Waga ciała w % wagi początkowej (Poids du corps en % du poids initial)				
0	100.0	100.0	100.0	100.0
20	76.9	80.9	83.4	80.9
40	69.5	71.4	70.3	71.4
60	61.3	64.6	60.2	64.6
80	53.4	56.7	53.7	56.7
100	48.9	49.6	48.6	49.6
109	—	—	45.6	—
120	40.6	39.8	—	40.0

Równoległe ze sprawą zachowania się wagi ciała w okresie głodzenia zajęłam się badaniem natężenia przemiany azotowej.

Produkty tej przemiany są dwójakiego rodzaju: jeden z nich stanowi substancja śluzowata, nierozpuszczalna w wodzie, drugi—mocz właściwy.

Sposób prowadzenia badań tych podany był w części metodycznej; tu tylko dodać należy, że azot oznaczano oddzielnie dla każdej z frakcyj—rozpuszczalnej i nierozpuszczalnej. Na tabelach (III—VII) podane są ilości całkowite azotu wydaliny, przyczem należy zaznaczyć, że część śluzowata stanowi średnio około 25% ogólnej ilości azotu wydaliny.

Doświadczenia te, jak i omawiane poprzednio, prowadzone były również stale w temperaturze 25—26° C, z wyjątkiem jednej z seryj (aksolotl № 2, tab. III), w której pierwszy okres głodzenia, wynoszący dni 20, odbywał się w temperaturze 15° C, wskutek czego produkcja azotu w tym czasie była znacznie mniejsza.



Zachowanie się w czasie głodu wagi ciała, wyrażonej w odsetkach wagi początkowej (podług liczb tabeli II). A: *Axolotl*; R: *Rana esculenta*; T: *Triton cristatus*.

Le poids du corps des animaux inaniés en pourcent du poids initial (d'après les données du tableau II). A: *Axolotl*; R: *Rana esculenta*; T: *Triton cristatus*.

## TABELA III. Akсолotl № 2.

Zachowanie się wagi ciała i produkcji azotu w czasie głodu.

(Le changement du poids du corps et la production de l'azote pendant la période d'inanition).

№ doswiadczenia (№ d'ordre de l'expérience)	Data rozpoczęcia doswiadczenia (Date du commencement de l'expérience)	Dz en głodzenia (Jour de l'inanition)	Średnia temperatura cieplarki (Température moyenne)	h	Waga ciała. Poids du corps.				Azot całkowity. Azote total.							
					g	g	g	g	mg	mg	mg	mg				
1.	2.X	20	15.0	475	38.25	8.84	0.445	1.14	405.5	—	—	—	—	—	—	—
2.	22.X	34	25.8	330	29.41	1.06	0.077	0.26	417.1	—	3.59	0.132	0.86	—	—	—
3.	5.XI	47	25.5	310	28.35	2.21	0.170	0.60	370.6	49.4	3.60	0.127	0.97	—	—	—
4.	18.XI	60	25.2	308	26.14	2.52	0.197	0.75	329.4	41.2	3.21	0.123	0.97	—	—	—
5.	1.XII	73	25.3	311	23.63	2.40	0.185	0.78	290.6	38.8	2.99	0.127	1.03	—	—	—
6.	14.XII	90	22.9	408	21.22	1.72	0.101	0.47	256.7	33.9	1.49	0.094	0.77	—	—	—
7.	31.XII	102	23.4	289	19.50	1.70	0.060	0.31	229.5	27.2	2.25	0.115	0.98	—	—	—
8.	12.I	121	26.1	431	18.80	3.50	0.194	1.03	189.5	40.0	2.23	0.119	1.17	—	—	—
9.	30.I	131	26.1	288	15.30	1.76	0.146	0.96	144.2	23.3	2.11	0.138	1.28	—	—	—
10.	11.II	143	25.8	287	13.54	1.82	0.151	1.12	138.4	25.8	2.16	0.160	1.56	—	—	—
11.	23.II	155	25.2	288	11.72	1.02	0.074	0.63	116.0	22.4	1.87	0.160	1.61	—	—	—
12.	7.III	160	26.2	119	10.70	0.50	0.101	0.94	104.8	11.2	2.25	0.211	2.15	—	—	—
	12.III									—	371.7					



Jak widzimy z odnośnych tabel, natężenie przemiany azotowej jest dosyć znaczne. Uwzględniając wartości średnie, wyprowadzone ze wszystkich oznaczeń azotu od chwili rozpoczęcia doświadczenia aż do momentu śmierci głodowej, stwierdzamy, że intensywność przemiany związków azotowych (t. 25°) w obliczeniu na gram wagi żywej waha się w granicach: u aksolotli od 0,11 do 0,23 mg, zaś dla żab — od 0.2 do 0.4 mg azotu na dobę, przyczem jak wspomniałam, 25% azotu wydalinowego przypada na substancję śluzową. Biorąc natomiast pod uwagę sam przebieg procesu w czasie trwania całego okresu głodu, stwierdzić możemy przedewszystkiem wyraźną rozbieżność między zachowaniem się żab i aksolotli, która może być warunkowana stanem larwalnym tych ostatnich.

U aksolotli bezwzględne ilości azotu, produkowane przez zwierzę w ciągu doby, zmieniają się w miarę trwania głodu nieznacznie, wykazując podobnie, jak krzywa wagi ciała, nieznaczną depresję w okresie środkowym (aksolotle №№ 2 i 3, tab. III i IV).

U żab natomiast w dwu serjach głodowych (tab. VI i VII) daje się zauważyć zupełnie wyraźne ograniczenie produkcji azotu w miarę postępu głodu.

Podobną rozbieżność ustalamy, porównyując natężenie przemiany azotowej w odniesieniu do jednostki wagi żywej; a mianowicie, gdy ilość azotu, przypadającego na gram wagi zwierzęcia, ujawnia u żab zupełnie wyraźną redukcję w późniejszych okresach głodu z tendencją w tym kierunku już w okresach początkowych doświadczenia, to u aksolotli produkcja azotu ma przebieg zupełnie odmienny. W okresie początkowym głodzenia, który u różnych badanych zwierząt trwa niejednakowo długo, ilość azotu, wydalana przez jeden gram wagi żywej w ciągu doby, utrzymuje się prawie na jednym poziomie: np. u aksolotla № 2 (tab. III) w czasie 120 dni, w którym waga ciała zmniejsza się z 38.25 do 18.80 g (strata 50%), jednostka wagi żywej produkuje w ciągu doby stałą (0.116 — 0.127 mg) ilość azotu; u aksolotla № 3 okres ten rozciąga się na 115 dni, w ciągu których zwierzę przy stałej produkcji azotu (0.081—0.115 mg) redukuje wagę do 52%; natomiast u aksolotla № 4 okres ten był znacznie krótszy (46 dni), wobec mniej intensywnej wydalania azotu (0.097—0.104) i mniejszej straty wagi ciała (30%).

## TABELA IV. AKSOLOLI № 3.

Zachowanie się wagi ciała i produkcji azotu w czasie głodu.

(Le changement du poids du corps et la production de l'azote pendant la période d'inanition).

№ doswiadczenia	Data rozpoczęcia doswiadczenia (Date du commencement de l'expérience)	Dzień głodzenia (Jour de l'inanition)	Czas trwania doswiadczenia (Durée de l'expérience)	Średnia temperatura cieplarki (Température moyenne)	Waga ciała. (Poids du corps).				Azot całkowity. (Azote total).					
					Waga zwierzęcia (Poids de l'animal)	Strata w czasie doswiadczenia (Perte du poids pendant la durée de l'expérience)	Strata w czasie doby (Perte du poids en 24 h.)	Względna strata na dobę (Perte relative en 24 h.)	Obliczona wartość azotu w zwierzęciu na początku doswiadczenia (La teneur initial en azote)	Strata w czasie doswiadczenia (Perte d'azote pendant la durée de l'expérience)	Strata w czasie doby (Perte d'azote en 24 h.)	Strata na dobę w odniesieniu do grama wagi (Perte d'azote par rapport à 1 gr. du poids du corps en 24 h.)	Względna strata na dobę w odniesieniu do ilości azotu w ciele (Perte relative en 24 h. par rapport à la quantité d'azote dans le corps)	
1.	26.X	5	120	25.4	37.97	6.60	1.320	3.48	444.9	—	3.23	—	—	—
2.	31.X	14	213	25.5	31.37	1.03	0.107	3.41	416.2	28.7	2.46	0.103	0.79	0.65
3.	9.XI	28	334	25.6	30.34	1.49	0.108	0.35	382.0	34.2	2.40	0.081	0.67	0.67
4.	23.XI	36	190	25.1	28.85	1.10	0.139	0.45	363.9	19.0	2.76	0.099	0.3	1.02
5.	1.XII	45	215	25.1	27.75	1.25	0.42	0.51	339.2	24.7	3.05	0.115	0.92	1.03
6.	10.XII	56	262	24.4	26.50	2.23	0.204	0.52	306.0	33.2	2.55	0.105	0.92	1.10
7.	21.XII	66	240	21.9	24.27	1.37	0.137	0.23	280.5	30.2	2.52	0.110	1.03	1.10
8.	31.XII	78	288	23.9	22.90	0.63	0.053	0.75	253.3	28.3	2.37	0.106	1.10	1.17
9.	12.I	90	287	25.9	22.27	1.97	0.166	0.81	225.0	26.6	2.22	0.109	1.17	1.33
10.	24.I	102	288	26.1	20.30	2.00	0.166	1.26	198.4	27.9	2.15	0.117	1.33	2.04
11.	5.II	115	311	24.3	18.30	3.0	0.230	1.03	170.5	29.5	2.69	0.176	2.04	2.50
12.	18.II	126	263	25.5	15.30	1.75	0.158	1.91	141.0	29.5	3.06	0.226	2.50	—
13.	1.III	129	72	25.6	13.55	0.78	0.259	—	131.8	9.2	—	—	—	—
	4.III	—	—	25.6	12.77	—	—	—	122.6	—	—	—	—	—
										317.0				

T A B E L A V. Aksołotł № 4.  
Zachowanie się wagi ciała i produkcji azotu w czasie głodu.  
(Le changement du poids du corps et la production de l'azote pendant la période d'inanition).

№ doświadczania (№ d'ordre de l'expérience)	Data rozpoczęcia doświadczania (Date du commencement de l'expérience)	Dzień głodzenia (Jour de l'inanition)	Średnia temperatura cieplarki (Température moyenne)	Czas trwania doświadczania (Durée de l'expérience)	Waga ciała. (Poids du corps).				Azot całkowity. (Azote total).					
					Waga zwierzęcia (Poids de l'animal)	Strata w czasie doświadczania (Perte du poids pendant la durée de l'expérience)	Strata w czasie doby (Perte du poids en 24 h.)	Względna strata na dobę (Perte relative en 24 h.)	Obliczona zawartość azotu w zwierzęciu na początek kln doświadczania (La teneur initiale en azote)	Strata w czasie doświadczania czemia (Perte d'azote pendant la durée de l'expérience)	Strata w czasie doby (Perte d'azote en 24 h.)	Strata na dobę w odniesieniu do grama wagi zwierzęci (Perte d'azote par rapport à 1 gr. du poids du corps)	Względna strata na dobę w odniesieniu do ilości azotu w ciele (Perte relative en 24 h. par rapport à la quantité d'azote dans le corps)	
1.	15.XI	6	25.3	143	40.50	9.58	1.608	3.97	494.7	38.7	3.01	0.097	0.66	
2.	21.XI	19	25.1	308	30.92	0.57	0.046	0.15	456.6	36.9	2.86	0.097	0.68	
3.	4.XII	32	25.2	309	29.35	1.03	0.079	0.27	419.1	41.2	2.95	0.104	0.78	
4.	17.XII	46	22.2	334	28.32	2.82	0.202	0.71	377.9	57.1	3.18	0.124	0.99	
5.	31.XII	64	24.3	432	23.50	2.10	0.118	0.46	320.8	63.9	3.45	0.147	1.34	
6.	18.I	82	26.6	432	23.40	4.65	0.259	1.11	256.8	55.2	3.07	0.164	1.52	
7.	5.II	100	26.1	431	18.75	2.55	0.142	0.76	201.6	51.9	2.86	0.178	1.92	
8.	23.II	118	25.4	432	15.20	2.95	0.166	1.02	149.7	15.3	3.09	0.233	2.29	
9.	13.III	123	25.8	119	13.25	0.45	0.091	0.69	—	—	—	—	—	
	18.III	—	25.8	—	12.80	—	—	—	135.0	360.2	—	—	—	



T A B E L A VI. *Rana esculenta* ♂ № 4.

Zachowanie się wagi ciała i produkcji azotu w czasie głodu.  
(Le changement du poids du corps et la production de l'azote pendant la période d'inanition)

№ doświadczenia (№ d'ordre de l'expérience)	Data rozpoczęcia doświadczenia (Date du commencement de l'expérience)	Dzień głodzenia (Jour de l'inanition)	Średnia temperatura cieparki (Température moyenne)	Czas trwania doświadczenia (Durée de l'expérience)	Waga ciała. (Poids du corps).				Azot całkowity. (Azote total).			
					Waga zwierzęcia (Poids de l'animal)	Strata w czasie doświadczenia (Perte du poids pendant la durée de l'expérience)	Strata w czasie doby (Perte du poids en 24 h.)	Względna strata na dobę (Perte relative en 24 h.)	Strata w czasie doświadczenia (Perte du poids pendant la durée de l'expérience)	Strata w czasie doby (Perte d'azote en 24 h.)	Strata na dobę w odniesieniu do grama wagi żywej (Perte d'azote par rapport à 1 gr. du poids du corps)	
1.	26.V	3	24,9	66	52,45	1,65	0,600	1,14	30,5	10,76	0,238	
2.	29.V	14	25,0	267	50,80	4,85	0,421	0,83				
3.	9.VI	17	25,0	68	45,95	1,42	0,502	1,09				
4.	12.VI	23	25,4	149	44,53	2,51	0,403	0,90				
5.	18.VI	26	24,4	72	42,92	1,58	0,526	1,25				
6.	21.VI	42	22,7	383	41,44	4,94	0,310	0,75				
7.	7.VII	46	22,7	90	36,50	1,20	0,319	0,87				
8.	11.VII	61	23,6	364	35,30	3,96	0,260	0,74				
9.	26.VII	75	23,4	337	31,34	2,62	0,187	0,60				
10.	9.VIII	80	25,5	112	28,72	0,54	0,115	0,40				
11.	14.VIII	94	25,9	43	28,18	1,91	0,134	0,48				
12.	28.VIII	106	24,9	282	26,27	1,57	0,132	0,50				
13.	9.IX	109	25,4	73	24,70	0,80	0,264	1,07	11,43	3,75	0,154	

U aksolotli zatem w początkowym okresie głodu, w którym zwierzęta tracą około połowy wagi ciała, ilość azotu, produkowana przez jednostkę wagi ciała, jest wielkością stałą.

Dopiero w okresie późniejszym, trwającym niejednokrotnie przeciąg czasu (u aksolotla № 2—40 dni, № 3—14 dni, № 4—77 dni), stale występuje przed śmiercią głodową zjawisko wzmoczenia przemiany azotowej, która w ostatnich chwilach życia wzrasta do wartości prawie dwukrotnej w porównaniu z okresem początkowym.

Jeszcze wyraźniej występuje to zjawisko, jeżeli obliczymy straty azotu, jakie ponoszą aksolotle głodzone, w stosunku do zawartości azotu (wzgl. białek) w ciele zwierząt (tab. III, IV i V kol. 10).

Rekonstrując zawartości azotu w ciele zwierząt głodzonych w poszczególnych momentach głodu uskuteczono przez zsumowanie azotu wydalinyowego przypadającego na odpowiedni odcinek czasu, z ilością azotu znalezionej w ciele zwierząt po ich śmierci (por. tab. IX i X). W ciągu całego okresu głodzenia znaleziono w wydalinach aksolotla № 2—371.7 mg azotu, aksolotla № 3—317.0 mg i aksolotla № 4—360.2 mg; liczby te, jak widzimy (por. tab. XII, kol. 9), mało odbiegają od ilości azotu straconego, który obliczono z różnicy zawartości azotu w zwierzętach na początku i w końcu okresu głodzenia (aksolotl № 2 zawierał 540.0 mg azotu na początku okresu głodzenia, aksolotl № 3—536.0 mg azotu, aksolotl № 4—572.0 mg).

Z zestawienia odnośnych kolumn (14-ej w tab. III, IV, V) wynika więc, że przez dłuższy okres głodu zużycie związków azotowych jest proporcjonalne do ilości azotu, zawartego w ciele i wynosi średnio od 0.80 do 0.93%. Stosunki te zmieniają się zasadniczo dopiero w końcowych okresach życia przed śmiercią głodową, gdy na jednostkę azotu zawartego w ciele przypadają coraz bardziej wzrastające ilości azotu wydalinyowego.

Podobne zjawisko stwierdził u ryb Schütz ('13), który utożsamia je ze znanym u zwierząt stałocieplnych procesem „przedśmiertnego wzmoczenia przemiany azotowej“, występującym, jak wiadomo, wskutek wyczerpania zapasowych związków tłuszcz-

TABELA VII. *Rana esculenta* ♂ № 6.

Zachowanie się wagi ciała i produkcji azotu w czasie głodu.  
(Le changement du poids du corps et la production de l'azote pendant la période d'inanition).

№ doświadczenia (№ d'ordre de l'observation)	Data rozpoczęcia doświadczenia (Date du commencement de l'expérience)	Dzien głodzenia (Jour d'inanition)	Średnia temperatura cieplarki (Température moyenne)	Czas trwania doświadczenia (Durée de l'expérience)	Waga ciała. (Poids du corps).				Azot całkowity. (Azot total).				
					Waga zwierzęcia (Poids de l'animal)	Strata w czasie doświadczenia (Perte du poids pendant la durée de l'expérience)	Strata w czasie doby (Perte du poids en 24 h.)	Względna strata na dobę (Perte relative en 24 h.)	Strata w czasie doświadczenia (Perte d'azote pendant la durée de l'expérience)	Strata w czasie doby (Perte d'azote en 24 h.)	Strata na dobę w odniesieniu do grama wagi zwierzęcej (Perte d'azote par rapport à 1 gr. du poids du corps).	Strata na dobę w odniesieniu do grama wagi zwierzęcej (Perte d'azote par rapport à 1 gr. du poids du corps).	
1.	8.XI	7	24,8	169	13,20	0,83	0,118	0,89	—	—	—	—	—
2.	15.XI	19	24,6	288	12,17	1,65	0,137	1,11	—	—	—	—	—
3.	27.XI	33	23,4	335	10,72	1,65	0,118	1,10	—	—	—	—	—
4.	11.XII	38	25,0	120	9,07	0,42	0,084	0,93	—	—	—	—	—
5.	16.XII	42	26,5	95	8,65	0,40	0,101	1,15	15,7	3,97	0,469	—	—
6.	20.XII	63	23,0	479	8,25	0,53	0,026	0,32	—	—	—	—	—
7.	10.I	81	22,1	433	7,72	0,92	0,050	0,65	7,3	2,05	0,330	—	—
8.	28.I	85	23,1	86	6,80	0,17	0,048	0,70	—	—	—	—	—
9.	1.II	95	24,0	244	6,63	0,24	0,024	0,36	—	—	—	—	—
10.	11.II	—	—	—	6,39	—	—	—	—	—	—	—	—



TABELA VIII. *Triton cristatus*.

Zachowanie się wagi ciała w czasie głodu.  
(Le changement du poids du corps pendant l'inanition).

№ doświadczenia (№ d'ordre de l'expérience)	Data rozpoczęcia doświadczenia (Date du commencement de l'expérience)	Dzień głodzenia (Jour de l'inanition)	Średnia temperatura cieplarki (Température moyenne)	Czas trwania doświadczenia (Durée de l'expérience)	Waga ciała. (Poids du corps).			
					Waga zwierzęcia (Poids de l'animal)	Strata w czasie doświadczenia (Perte du poids pendant la durée de l'expérience)	Strata w czasie doby (Perte du poids en 24 h.)	Względna strata na dobę (Perte relative en 24 h.)
					° C	h	g	g
1.	2.VI	4	25.0	102	5.62	0.32	0.074	1.32
2.	6.VI	13	25.2	218	5.30	0.45	0.048	0.90
3.	15.VI	32	23.7	455	4.85	0.57	0.031	0.64
4.	4.VII	50	22.7	427	4.28	0.51	0.029	0.67
5.	22.VII	64	23.1	337	3.77	0.12	0.007	0.19
6.	5.VIII	81	24.2	414	3.65	0.70	0.041	1.12
7.	22.VIII	95	26.3	328	2.95	0.15	0.012	0.40
8.	5.IX	115	25.4	485	2.80	0.43	0.022	0.77
9.	25.IX	131	24.6	387	2.37	0.33	0.022	0.91
10.	11.X	140	25.0	217	2.04	0.09	0.010	0.49
11.	20.X 22.X	142	25.0	48	1.95			

czowych. Analogja ta byłaby uzasadniona jedynie w tym przypadku, gdyby analiza chemiczna ciała w chwili śmierci głodowej wykazała intensywniejsze zużycie tłuszczów niż związków białkowych.

### Wpływ głodu na skład chemiczny ciała i udział składników organicznych w przemianie materji.

Otrzymane z doświadczeń wyniki, podane w rozdziale poprzednim, wskazują na bardzo wybitny rozpad związków azotowych w stanie głodu.

W dalszym ciągu moich badań chodziło o ustalenie udziału, jaki w przemianie materji płazów przypada na poszczególne związki organiczne, a więc na białka, tłuszcze i pozostałe ciała bezazotowe. Wyniki, dotyczące składu chemicznego zwierząt karmionych, znajdują się w tabelach (IX i X).

Zwierzęta karmione posiadały różną wagę ciała: aksolotl № 1 ważył 52.55 g (tab. IX), waga żab wahała się od 62.72 g

do 47 40 g (tab. X). Wyniki analiz, obliczone w procentach wagi żywej, pozwalają porównać skład ciała zwierząt różnych gatunków (Tab. IX i X). U aksolotla № 1 w tab. IX na 100 g wagi żywej 88.32 przypada na wodę, pozostałe 11.68 stanowią części stałe.

T A B E L A IX.

Skład chemiczny aksolotli.  
(Composition chimique des axoloties).

№ zwierzęcia (№ d'ordre de l'animal)		1.	2.	3.	4.
Stan odżywiania		Odżywiany (Alimenté)	Głodzone (Inaniés)		
Czas trwania głodu (dni) (Durée de l'inanition: jours)		—	160	129	123
Waga ciała (Poids du corps)	Początkowa (g) (initial)	52.55	33.25	37.97	40.50
	Końcowa (g) (final)	—	10.20	12.77	12.80
	Strata wagi ciała (% wagi pocz.) (perte du poids du corps en %)	—	73	66	63
W 100 gramach wagi żywej (En 100 grammes du poids)	Wody (eau) . . . . .	88.32	88.21	89.58	88.21
	Części stałych (substance sèche) . . . . .	11.68	11.79	10.42	11.79
	Popiołu (cendre) . . . . .	1.70	4.20	3.50	3.82
	Azotu (azote) . . . . .	1.41	1.03	0.96	1.05
	Białek (N×6.25). Protéines	8.81	6.44	6.00	6.56
	Kwasów tłuszczowych (aci- des gras) . . . . .	0.67	0.37	0.31	0.35
	Reszty organicznej beza- zotowej (Matière orga- nique non azotée). . . . .	0.50	0.78	0.61	1.06

Nieco inne wartości spotykamy u żab (Tab. X); woda stanowi 73.33%, 78.64% i 77.56%; a zatem substancja sucha dochodzi do 26.67%, 21.36% i 22.44%.

Tę nadmierną ilość wody u aksolotla przypisać należy stanowi larwalnemu, gdyż jak stwierdzili Reuss i Weinland ('12) dla ryb, zaś Davenport ('97), Schaper ('02) i Białaszewicz ('08) dla płazów, zwierzęta w stanie larwalnym lub też bardzo młode zawierają w ciele o wiele większe ilości wody, aniżeli zwierzęta dorosłe. Zarówno u aksolotli, jak u żab, stwierdzić można, że azot, a względnie białka, zajmują pod względem ilościowym pierwsze miejsce; ilość ta u aksolotla wynosi 8.81% wagi żywej, zaś u żab — 15.37% — 20.12%.

Na tab. XI (kol. 2, 6, 7, 8) i XII (kol. 2, 3, 4) też same wyniki analiz, dotyczące zwierząt karmionych, zostały obliczone w odsetkach substancji organicznej. Białka stanowią 88,6%, pozostałe 11,4% — związki bezazotowe: kwasy tłuszczowe (6,7%) i reszta organiczna bezazotowa (4,7%). Tak się przedstawia ustosunkowanie białek do pozostałej substancji organicznej u aksolotli.

T A B E L A X.

Skład chemiczny samców żaby jadalnej (*Rana esculenta*).  
(Composition chimique des mâles de *Rana esculenta*).

№ zwierzęcia (№ d'ordre de l'animal)		1.	2.	3.	4.	5.	6.
Stan odżywiania (Etat d'alimentation)		Ożywiane (Alimentés)			Głodzone (Inaniés)		
Miesiąc (mois)		V	IX	X	V	IX	X
Czas trwania głodu (dni) Du rée de l'inanition-jours)		—	—	—	109	88	95
Waga ciała Poids du corps	Początkowa (g) (initial) (g)	48.58	47.40	62.72	52.45	49.67	13.20
	Końcowa (g) (final) (g)	—	—	—	23.90	23.55	6.39
	Strata wagi ciała (% wagi pocz.) (Perte du poids du corps en %)	—	—	—	54	53	52
W 100 gramach wagi żywej (En 100 grammes du poids)	Wody (eau) . . . . .	73.33	78.64	77.56	80.51	80.23	83.77
	Części stałych (substance sèche) . . . . .	26.67	21.36	22.44	19.49	19.77	16.23
	Popiołu (cendre) . . . . .	3.67	3.21	3.93	8.11	6.34	5.94
	Azotu (azote) . . . . .	3.22	2.46	2.54	1.73	1.83	1.47
	Białek (N×6.25). Protéines	20.12	15.37	15.87	10.81	11.44	9.19
	Kwasów tłuszczowych (acides gras) . . . . .	1.42	1.31	1.18	0.48	0.56	0.59
	Reszty organicznej bezazotowej (matière organique non azotée) . . . . .	1.46	1.47	1.45	0.09	1.43	0.51

Średni skład substancji organicznej u żab jest bardzo zbliżony do tegoż u aksolotli. Białka stanowią 84,7 — 87,7% ogólnej ilości substancji organicznej; kwasy tłuszczowe i reszta bezazotowa wynoszą: 6,2 — 7,2% (kwasy tłuszczowe) i 6,2 — 8% (reszta bezazotowa).

Wyniki te pozwalają nam stwierdzić, że związki białkowe stanowią w przybliżeniu  $\frac{9}{10}$  ogólnej masy



organicznej ciała, resztę wypełniają kwasy tłuszczowe i pozostałe substancje organiczne bezazotowe.

Przystępuję do omówienia drugiej z kolei grupy analiz chemicznych, które przeprowadziłam na zwierzętach głodzonych, aby móc w dalszym ciągu ze strat zaszłych w organizmie podczas okresu głodu ustalić udział, jaki w przemianie materji płazów biorą najważniejsze trzy grupy związków organicznych: białka, tłuszcze i pozostała reszta bezazotowa.

Tabela IX, kolumny 3, 4 i 5 streszczają wyniki obliczone w odsetkach wagi żywej aksolotli № 2, 3, 4, głodzonych w ciągu dni 160, 129 i 123.

Niezależnie od wagi końcowej i czasu trwania doświadczenia aksolotle głodzone wykazują prawie taką samą zawartość procentową substancji suchej, jak zwierzęta karmione. Duża różnica uwydatnia się w ilościach popiołu; z 1.7% (zwierzęta karmione) zwiększa się on przeszło dwukrotnie u głodzonych, dochodząc do 4.2% (wahania od 3.5—4.2%).

To samo stwierdzić możemy u żab (Tab. X kol. 5, 6, 7). U tych ostatnich ilość popiołu z 3.67% (karmione) podnosi się do 8.11% (wahania 6.34% i 5.94%), t. j. w tym samym zatym stosunku, co u aksolotli.

Różnica między aksolotlami a żabami ujawnia się w procentowej zawartości substancji suchej, która u żab stale ulega redukcji, podczas gdy odsetek wody zwiększa się.

W ciele zwierząt głodzonych zawartość procentowa wszystkich tych składników, a najbardziej białek, jest znacznie mniejsza, niż u zwierząt niegłodzonych.

Na 100 g wagi żywej u aksolotli odżywianych przypada 8.81 białka, u głodzonych 6.00—6.56. U żab wartości te zmniejszają się jeszcze bardziej, bo z 20.12% spadają do 10.81%, 11.44% i 9.19%. Związki organiczne bezazotowe mniejsze ujawniają różnice—zarówno u jednych, jak i u drugich.

Wszystkie dotychczasowe wyniki doświadczeń i analiz ujawniają zmiany zawartości procentowej składników ciała.

Chcąc mieć dokładne pojęcie o udziale poszczególnych składników organicznych ciała: białek, kwasów tłuszczowych i reszty organicznej bezazotowej, należało obliczyć straty bezwzględne na

podstawie ilości wyznaczonych składników organicznych ciała na początku i w końcu okresu głodzenia.

T A B E L A X I.

Procentowy skład chemiczny substancji organicznej zwierząt normalnie odżywianych i głodzonych.  
(La composition chimique de la matière organique des animaux alimentés et inanés).

Gatunek (espèce)	Aksolotl (axolotl).				Żyła (Rana eschenta)					
	1.	2.	3.	4.	1.	2.	3.	4.	5.	6.
№ zwierzęcia (N° d'ordre de l'animal)	—	—	—	—	V	IX	X	V	IX	X
Miesiąc (mois)	—	—	—	—	V	IX	X	V	IX	X
Waga ciała (g) (Poids du corps).	32.55	10.20	12.77	12.80	48.58	47.40	62.72	23.90	23.50	6.39
Stan odżywiania (Etat d'alimentation)	Odży- wany (Al- menté)	Głodzone (Inanés)			Odżywiane (Alimentés)			Głodzone (Inanés)		
	88.56	84.63	84.01	82.50	87.67	84.72	85.98	95.20	85.12	89.53
Białka (N×6.25). (Protéines)	6.70	4.25	4.54	4.44	6.17	7.23	6.39	4.22	4.16	5.87
Kwasy tłuszczowe (acides gras)										
Reszta organiczna bezazotowa (Matière organique non azotée)	4.74	11.12	11.45	13.06	6.16	8.05	7.63	0.58	10.71	4.60

Kolumny 9, 10, 11 tabeli XII wykazują straty bezwzględne składników organicznych podczas całego okresu trwania głodu.

Aksolotl № 2, którego waga początkowa wynosiła 38.25 g i którego okres głodzenia trwał dni 160, zredukował zawartość początkową substancji suchej, wynoszącą 3.366 g, do 0.655 g. zużył więc w czasie głodu 2.711 g.

## T A B E L A X I I .

Udział składników ciała w przemianie glodowej.

(La participation des composés organiques du corps dans le métabolisme pendant l'inanition).

Gatunek, rodzaj i numer zwierzęcia (Espèce, genre et numéro de l'animal)	Skład chemiczny substancji organicznych ciała zwierząt odżywiających. (La composition chimique des substances organiques du corps des animaux alimentés)			Dni (Jours)	Waga ciała (Poids du corps)			Strata w % (Perte en %)			Spażyte bezwzględnie składników organicznych w całym okresie (Pertes absolues des composés organiques du corps au métabolisme pendant toute la période de l'inanition)			Udział składników organicznych ciała w przemianie glodowej (La participation des composés organiques du corps au métabolisme pendant l'inanition)		
	Białka (N × 6,25) (Protéines)	Tłuszcze (Grasses)	Reszta organiczna bezazotowa (Matière organique non azotée)		Początkowa (initial)	Końcowa (final)	Strata w % (Perte en %)	Białka (N × 6,25) (Protéines)	Tłuszcze (Grasses)	Reszta organiczna bezazotowa (Matière organique non azotée)	Białka (N × 6,25) (Protéines)	Tłuszcze (Grasses)	Reszta organiczna bezazotowa (Matière organique non azotée)	Białka (N × 6,25) (Protéines)	Tłuszcze (Grasses)	Reszta organiczna bezazotowa (Matière organique non azotée)
Aksolotl № 2	84,7	6,7	6,2-8,0	160	38,25	10,20	73	2,711	0,218	0,114	89,1	7,2	3,7	7,2	3,7	3,7
Aksolotl № 3	88,6	6,7	6,2-8,0	129	37,97	12,77	66	2,572	0,213	0,114	88,7	7,3	4,0	7,3	4,0	4,0
Aksolotl № 4	88,6	6,7	6,2-8,0	123	40,50	12,80	68	2,723	0,226	0,073	90,1	7,5	2,4	7,5	2,4	2,4
Rana esculenta № 4	84,7-87,7	6,2-7,2	6,2-8,0	109	52,46	23,90	54	7,984	0,630	0,726	85,5	6,7	7,8	6,7	7,8	7,8
Rana esculenta № 5	84,7-87,7	6,2-7,2	6,2-8,0	88	49,67	23,95	53	4,944	0,519	0,387	84,5	8,9	6,6	8,9	6,6	6,6
Rana esculenta № 6	84,7-87,7	6,2-7,2	6,2-8,0	95	13,10	6,39	52	1,511	0,118	0,156	84,6	6,6	8,7	6,6	8,7	8,7





Kwasy tłuszczowe z 0.225 g spadły do 0.037 g, rozpadowi więc uległo 0.118 g. Z 0.195 g reszty organicznej bezazotowej uległo zużyciu 0.114 g.

Dokładny przegląd danych, dotyczących się strat bezwzględnych w okresie głodu, przekonywa nas dostatecznie, że przemiana głodowa u wspomnianych płazów odbywa się głównie kosztem związków białkowych; np. z ogólnego bilansu strat (aksolotl № 2, tab. XII), wynoszącego 3.043 g — 2.711 g przypada na białka; taki sam stosunek ciał białkowych do pozostałych substancji organicznych stwierdzić możemy u wszystkich pozostałych głodzonych zwierząt. Na podstawie tych danych obliczyłam udział procentowy trzech kategorii składników organicznych: białek, tłuszczów i reszty związków bezazotowych w okresie głodu.

Trzy ostatnie kolumny tabeli XII ujmują to zagadnienie udziału poszczególnych związków organicznych.

Z całą też pewnością twierdzić można, że badane zwierzęta są typem zwierząt o przewadze białek w przemianie głodowej.

Jeżeli porównamy udział procentowy poszczególnych składników w przemianie głodowej ze składem organicznym zwierząt odżywianych, uderzy nas daleko idące podobieństwo.

Substancje organiczne ciała zwierząt karmionych (aksolotle № 2, 3, 4) składały się z 83.6% białek, 11.4% kwasów tłuszczowych i reszty bezazotowej. Udział białek w przemianie głodowej wynosił 89.1%, zaś — 10.9% przypadło na pozostałe związki organiczne (z małymi wahaniami).

Użeb udział poszczególnych składników w przemianie materji też był proporcjonalny do ich zawartości w ciele zwierząt karmionych. Z ogólnego zużycia — 85.5% przypada na związki białkowe; pozostałe 14.5% — na związki bezazotowe. Związki azotowe i bezazotowe biorą więc udział w przemianie materji w tym samym stosunku, w jakim występują one w ciele zwierząt.

Zasługuje na szczególną uwagę fakt, że wyniki, osiągnięte z pracy mojej, a dotyczące udziału białek w przemianie głodowej, w zupełności zgadzają się z rezultatami, otrzymanymi przez Białaszewicza ('19) z badań nad głodzeniem pijawek, filogenetycznie tak daleko stojących od płazów.

Wnioski, dające się wysnuć z powyższych faktów, sprowadzają się do następujących:

1) Stopień redukcji wagi ciała w chwili śmierci głodowej, wyrażony w procentach wagi początkowej, jest bardzo zbliżony dla płazów różnej wielkości (Tab. I).

2) Straty na wadze (procentowe) są na początku i w końcu głodzenia większe niż w okresie środkowym (Rys I i tab. II).

3) Ilość azotu, produkowana przez jednostkę wagi ciała w początkowym okresie głodu (u aksolotli), jest wielkością stałą. Przed śmiercią głodową występuje stale zjawisko wzmożenia przemiany azotowej (Tab. III, IV, V).

4) Zużycie związków azotowych (u aksolotli) jest przez dłuższy okres głodu proporcjonalne do ilości azotu, zawartego w ciele; w okresach końcowych życia na jednostkę azotu, zawartego w ciele, przypadają coraz bardziej wzrastające ilości azotu wydalinyowego (Tab. III, IV i V).

5) Związki białkowe stanowią w przybliżeniu  $\frac{9}{10}$  ogólnej masy organicznej ciała, resztę stanowią kwasy tłuszczowe i pozostałe substancje organiczne (Tab. X, XI).

6) Aksolotle głodzone wykazują niezależnie od wagi końcowej i czasu trwania doświadczenia prawie taką samą zawartość substancji suchej — jak zwierzęta karmione (Tab. IX).

7) Płazy są typem zwierząt o przewadze białek w przemianie głodowej (Tab. XII).

8) Związki azotowe i bezazotowe biorą udział w przemianie materji w tym samym stosunku, w jakim występują w ciele zwierząt (Tab. XII).

## PIŚMIENICTWO.

- Athanasiu J. 1900. Über den Respirationswechsel des Frosches in verschiedenen Jahreszeiten. Arch. f. ges. Physiol. **79**.
- Białaszewicz K. 1908. Beiträge zur Kenntnis der Wachstumsvorgänge bei Amphibienembryonen. Bull. intern. de l'Acad. des Sc. Cracovie.
- Białaszewicz K. 1919. Z badań porównawczych nad ogólną przemianą materji i energii. I. Głód i odżywianie u pijawek. Prace Tow. Nauk. Warsz. № 32. (Études comparées sur le métabolisme chimique et énergétique I. Inanition et nutrition chez les Hirudinées Travaux de la Societé des Sciences de Varsovie. № 32).
- Bohr. Cr. 1899. Über die Haut—und Lungenathmung der Frösche. Skand. Arch. f. Physiol. **10**.
- Chossat Ch. 1843. De l'inanition. Mémoires présentés par divers savants à l'Académie Royale des Sciences **8**.
- Davenport C. B. 1897. Proc. Boston Soc. Nat. Hist. **28**.
- Elsas B. 1913. Der Einfluss der Nahrungszufuhr auf den Gaswechsel des Kaltblutes. Zeitschr. f. Biol. **62**.
- Hill A. V. 1911. The total energy exchanges of intact cold-blooded animals at rest. Journ. of Physiol. **43**.
- Klug F. 1884. Über die Hautathmung des Frosches. Arch. f. (Anat. u.) Physiol.
- Knauth K. 1893. Zur Kenntnis des Stoffwechsels der Fische. Arch. f. ges. Physiol. **73**.
- Krogh A. 1904. An the cutaneous and pulmonary respiration of the frog. Skand. Arch. f. Physiol. **15**.
- Miescher F. 1897. Die histochemischen und physiologischen Arbeiten. Tom. I i II. Lipsk.
- Morgulis S. 1912. Studien über Inanition in ihren Bedeutung für das Wachstumsproblem II. Experimente an Triton cristatus. Arch. f. Entw. Mech. **34**.
- Reuss H. u. Weinland E. 1912. Über die chemische Zusammensetzung der Aalbrut unter verschiedenen Bedingungen. Zeitschr. f. Biol. **59**.
- Schaper A. 1902. Beiträge zur Analyse des tierischen Wachstums. Teil. I. Arch. f. Entw. Mech.
- Schulz H. 1877. Über das Abhängigkeitsverhältnis zwischen Stoffwechsel und Körpertemperatur bei den Amphibien. Arch. f. ges. Physiol. **14**.
- Schütz F. 1913. Zusammensetzung und Stickstoffumsatz hungernden Schleien. Arch. f. (Anat. u.) Physiol.



## R É S U M É.

Malgré les nombreuses recherches sur le métabolisme chimique des Amphibiens l'étude de leur métabolisme d'inanition n'a été qu'abordée.

Dans le présent travail je me proposais d'étudier la marche des phénomènes d'inanition des Amphibiens au point de vue quantitatif et qualitatif, afin de préciser le caractère de leur métabolisme.

Je me suis servi pour mes expériences d'axolotles, de grenouilles et de tritons. Au commencement des expériences les animaux étaient pesés et divisés en deux portions. Une de ces portions servait à déterminer la composition chimique initiale, c. à d. la teneur initiale du corps en eau, substance sèche, azote et acides gras. L'azote était dosé par la méthode de Kjeldahl, les substances grasses par la méthode de Kumagawa-Suto.

La seconde portion d'animaux était inaniée. On plaçait les animaux à l'étuve à une température constante de 25° C. dans des bocaux contenant 100 — 150<sup>o</sup> cm<sup>3</sup> d'eau. Tous les 3 ou 6 jours les animaux étaient pesés, l'eau renouvelée, et l'azote des produits de la désassimilation qu'elle contenait, soigneusement dosé. On procédait de cette manière pendant toute la durée du jeûne, jusqu'à la mort des animaux. Le corps de l'animal était alors analysé. De cette façon j'aboutis à connaître la composition chimique initiale et finale du corps, le parcours du métabolisme et par suite — la participation des composés organiques du corps au métabolisme pendant toute la période du jeûne.

Les résultats obtenus sont les suivants:

1°. Les Amphibiens étudiés (axolotles, grenouilles, tritons) indépendamment de leur taille et de l'espèce subissent à peu près le même degré de réduction du poids du corps jusqu'au moment de la mort (Tableaux I, II, et fig. 1).

2°. Les pertes journalières relatives du poids (c. à d. les pertes du corps pour 24 h. rapportées à l'unité de poids) sont les plus grandes au commencement, diminuent, progressivement durant la phase moyenne de l'inanition, pour augmenter de nouveau dans la période prémortelle (Tableaux III, IV, V, col. 9 et figure du texte polonais).

3°. La quantité d'azote désassimilé rapportée à l'unité du poids du corps reste à peu près constante pendant toute la durée du jeûne et augmente seulement durant la période prémortelle chez l'axolotle (Tableaux III, IV, V, col. 14).

4°. D'une manière analogue la quantité d'azote désassimilé rapportée à l'unité d'azote contenu dans le corps reste constante durant la majeure partie du jeûne et augmente seulement dans la période prémortelle

5°. Les protéines constituent à peu près les  $\frac{9}{10}$  de la matière organique totale du corps. Le reste est constitué par les graisses et les hydrocarbonés. (Tableaux IX, X, XI).

6°. Le pourcent de substance sèche ne change presque pas pendant la période du jeûne chez les axolotles et très peu chez grenouilles (Tableaux IX, X).

7°. La participation des composés azotés et non-azotés au métabolisme total d'inanition reste donc en rapport direct avec la composition centésimale du corps. celle-ci ne changeant presque pas jusqu'à la mort (Tableau XII, col. 2, 3, 4, 12, 13, 14).

8°. Il s'ensuit que le métabolisme d'inanition des Amphibiens a un caractère éminemment protéique, ressemblant en tous points au métabolisme de *Hirudo medicinalis* (Białasze-wicz '19) quoique ces animaux soient si différents par leurs organisation, morphologie.









Drukarnia i Litografja  
p. f. „JAN COTTY“  
w Warszawie, Kapucyńska 7.