Prace
Towarzystwa Naukowego Warszawskiego.
III. — Wydział nauk matematycznych i przyrodniczych.

Travaux de la Société des Sciences de Varsovie.
III. — Classe des sciences mathématiques et naturelles.

№ 32.

KAZIMIERZ BIAŁASZEWICZ.

Z badań porównawczych nad ogólną przemianą materji i energji.

(I. Głód i odżywianie u pijawek).

Études comparées sur le métabolisme chimique et énergétique.

(I. L'inanition et la nutrition chez les Hirudinées).

WYDANE Z ZAPOMOGI KASY POMOCY DLA OSÓB PRACUJĄCYCH NA POLU NAUKOWEM IMIENIA JD-RA JÓZEFA MIANOWSKIEGO.

WARSZAWA
NAKŁADEM TOWARZYSTWA NAUKOWEGO WARSZAWSKIEGO.
Skład główny w księgarni E. Wende i S-ki.

1919.

Dodatek do „Sprawozdań z posiedzeń" T. N. W.

P 1601

http://rcin.org.pl

TRAVAUX
DE LA SOCIÉTÉ DES SCIENCES DE VARSOVIE.
III. Classe des sciences mathématiques et naturelles.
№ 32.—1919.

Kazimierz Białaszewicz: Études comparées sur le métabolisme chimique et énergétique.

http://rcin.org.pl

Prace
Towarzystwa Naukowego Warszawskiego.
III. — Wydział nauk matematycznych i przyrodniczych.

Travaux de la Société des Sciences de Varsovie.
III. — Classe des sciences mathématiques et naturelles.

POL. PAŃSTW. MUZEUM PRZYRODNICZE • DZIAŁ ZOOLOGICZNY •

№ 32.

KAZIMIERZ BIAŁASZEWICZ.

Z badań porównawczych nad ogólną przemianą materji i energji.

(I. Głód i odżywianie u pijawek).

Études comparées sur le métabolisme chimique et énergétique.

(I. L'inanition et la nutrition chez les Hirudinées).

Polskie Państw. Muzeum Przyrodnicze
DZIAŁ ZOOLOGICZNY
Biblioteka. № inwent. 11028
P. 1601

WYDANE Z ZAPOMOGI KASY POMOCY DLA OSÓB PRACUJĄCYCH NA POLU NAUKOWEM IMIENIA D-RA JÓZEFA MIANOWSKIEGO.

WARSZAWA.
NAKŁADEM TOWARZYSTWA NAUKOWEGO WARSZAWSKIEGO.
Skład główny w księgarni E. Wende i S-ki.

1919.

Dodatek do „Sprawozdań z posiedzeń" T. N. W.

http://rcin.org.pl

Druk Rubieszewskiego i Wrotnowskiego w Warszawie.

http://rcin.org.pl

Zagadnienia[1]) ogólnej przemiany materji i energji znalazły najdoskonalszy swój wyraz w klasycznych poszukiwaniach Voit'a, Pflüger'a, Rubner'a oraz ich uczniów; wyniki tych poszukiwań stanowią główne wiązania całokształtu pojęć współczesnych o metabolizmie i energetyce ustroju zwierzęcego.

Epokowe poszukiwania powyższe ujmują wspomniany szereg zjawisk prawie wyłącznie u dwu tylko, doświadczalnie najbardziej dostępnych, organizacyjnie natomiast najwyższych grup, mianowicie u ptaków i u zwierząt ssących. Osiągnięte tutaj wyniki zostały uogólnione, a następnie przeniesione wstecz na różnorodny morfologicznie i biologicznie całokształt świata zwierzęcego: stąd wykreślone zostały linje wytyczne poglądów współczesnych na szereg zagadnień fizjologicznych, jak np. na przebieg asymilacji i dezasymilacji, na rolę trzech kategoryj substancyj organicznych w przemianie głodowej i przyrostowej, na udział pracy mięśniowej w przemianie energji, na zastępczość dynamiczną i — dynamiczne działanie pokarmów i t. p.

Lecz niewątpliwie zwierzęta ciepłokrwiste tworzą, dzięki wysoce wykształconym zdolnościom regulacyjnym, niezmiernie jaskrawo wyodrębnioną grupę, która stanowi jednostronnie wykształcony typ fizjologiczny, kontrastowo odcinający się od reszty świata zwierzęcego. Niezawodnie stałość wewnętrznych warunków fizyko-chemicznych ustroju wycisnęła na przebiegu procesów przemiany materji i energji tej tylko grupie właściwe piętno charakterystyczne, ostrzegające przed zbyt daleko idącemi uogólnieniami stwierdzonych tutaj prawidłowości.

Być może, iż właśnie dzięki bujnemu, świetnemi zdobyczami uwieńczonemu okresowi prac klasycznych nad fizjologją zwierząt cie-

---

[1]) Poszukiwania niniejsze zostały rozpoczęte w pracowni chemji fizjologicznej Uniwersytetu w Budapeszcie, będącej ówczas pod kierownictwem prof. Franciszka Tangl'a, ukończone zaś—w Pracowni Fizjologicznej Towarzystwa Naukowego w Warszawie. Rzecz przedstawiona na posiedzeniu III-go Wydziału Tow. Nauk. Warsz. w dniu 20 czerwca 1918 r.

http://rcin.org.pl

płokrwistych zostały na plan drugi, jeśli nie ostatni, odsunięte badania nad liczebnie nieporównanie większą i fizjologicznie ciekawszą gromadą zwierząt zmiennocieplnych. Okoliczności więc powyższej, mającej swe uzasadnienie w historji badań fizjologicznych, należy przypisać brak w zakresie współczesnej fizjologji porównawczej syntetycznych linij wytycznych, ujmujących w całość jednolitą jakość różnorodną zjawisk ogólnej przemiany materji i energji w szeregu filogenetycznie odległych i ekologicznie odmiennych grup zwierzęcych.

Istotnie, zjawiska metabolizmu i energetyki ustroju zwierzęcego, jako całości, stanowią z punktu widzenia porównawczego dziedzinę pod wieloma względami niedostatecznie i jednostronnie poznaną. Do ostatnich niemal czasów, gdy energetykę ogólną ustroju homoiotermicznego można już było za całość zamkniętą i niemal wykończoną uważać, badania systematyczne w tym kierunku nad grupami zwierząt niższych leżały prawie odłogiem, jeśli nie brać pod uwagę obserwacyj sporadycznych, wyświetlających z punktu widzenia fizjologji ogólnej jedynie pewne ogniwa przemiany. W ostatnich dopiero czasach zjawiać się poczęły prace systematyczne w tym kiernnku, planowo opracowujące teren nieznany i ujmujące wyniki poszukiwań z szerszego, porównawczego punktu widzenia (prace Weinland'a, Pütter'a i ich uczniów).

Jednak — pomimo istnienia w literaturze odnośnej cennych studjów, wyczerpująco traktujących o przemianie materji pewnych, niezmiernie ciekawych z punktu widzenia ogólno-biologicznego, przedstawicieli zwierząt niższych (np. badania Weinland'a 1901 r. nad glistami), to jednak w fizjologji porównawczej, dotyczącej tej dziedziny, nie zdołano jeszcze uzyskać stanowiska samodzielnego i horyzontów idejowych. I ilekroć w rozważaniach porównawczo-fizjologicznych zechcemy obecnie przeprowadzić nić przewodnią przez szereg gromad zwierzęcych i ująć pewną czynność w jej istocie i różnorodności przejawów, to za punkt wyjścia zmuszeni jesteśmy z konieczności obrać układ zjawisk odnośnych u poznanych najdokładniej dwu najwyżej uorganizowanych grup zwierzęcych, t. j. u ptaków i u ssaków.

Wychodząc więc z założenia, iż pierwszem zadaniem w jakiejkolwiekbądź dziedzinie fizjologji porównawczej jest poznanie danego kompleksu zjawisk u typowych przedstawicieli możliwie różnorodnych pod względem organizacji i warunków istnienia grup zwierzęcych, — w pracy niniejszej postawiłem sobie za zadanie możliwie dokładne i wszechstronne zbadanie zjawisk ogólnej przemiany materji i energji u jednego z przedstawicieli mało zbadanej grupy robaków. Dopiero bowiem uzyskanie trwałego punktu porównawczego na jednym z niższych szczeblów rozwoju rodowego zwierząt umożliwić może roz-

http://rcin.org.pl

ważania porównawcze, oparte na znajomości, z jednej strony — ustroju homoiotermicznego, z drugiej zaś — na wiadomościach, dotyczących metabolizmu i energetyki rozwojowo pośrednich i ekologicznie zbliżonych grup zwierząt pojkilotermicznych.

W wyborze odpowiedniego zwierzęcia, jako objektu badań, kierowałem się względami natury zarówno teoretycznej, jak i praktycznej. Wybór padł na pijawkę lekarską z tego przedewszystkiem względu, że są to zwierzęta o niskim stosunkowo stopniu organizacji, nie posiadające szeregu wyspecjalizowanych, przeznaczonych do pełnienia określonej czynności, narządów, a następnie — iż zwierzęta te należą do typu wybitnie mięsożernego. Z drugiej zaś strony, dzięki cennym pracom Pütter'a ('07 i '08), poświęconym specjalnie przemianie materji tych zwierząt, zostały dokładnie poznane nie tylko ich właściwości biologiczne, lecz — co ważniejsza — podkreślone w sposób interesujący zagadnienia, które z powodzeniem na materjale tym studjowane być mogą, co w znacznej, oczywiście, mierze ułatwiło zrealizowanie moich zamierzeń. Ponadto łatwość otrzymywania zwierząt w dowolnych ilościach w każdej porze roku, mała wrażliwość na działanie nienaturalnych bądź co bądź warunków eksperymentu, długi okres głodu, związany z wybitną redukcją ciała i wreszcie możliwość odżywiania dowolnemi ilościami pokarmu — były to momenty, ważne z punktu widzenia praktycznie eksperymentalnego, umożliwiające konkretne ujęcie wielu kwestyj, wchodzących w zakres ogólnej przemiany materji i energji.

Licząc się ze względami możliwości praktycznej, za cel najbliższy poszukiwań niniejszych obrałem przedewszystkiem poznanie czynników, normujących przebieg natężenia przemiany w różnych warunkach odżywiania i głodzenia, ustalenie udziału składników ciała w przemianie głodowej, wyświetlenie charakteru chemicznego procesów rozpadowych i energetycznego odwartościowywania składników organicznych ciała i wreszcie zbadanie wpływu pokarmu i jego ilości na zmiany katenergetyczne ustroju i na ogniwo asymilacyjne przemian chemicznych. Nadmienić muszę, iż zadania powyższe zaledwie częściowo mogły być urzeczywistnione.

Ze względu na uzgodnienie wyników, dotyczących różnych ogniw przemiany, z konieczności badanych w różnych serjach doświadczalnych, obserwacje moje musiały być prowadzone w temperaturze stałej: wynosiła ona w większości doświadczeń 25° C. Temperatura powyższa nie odbiega zbytnio od ciepłoty przeciętnej, panującej w czasie lata w małych zbiornikach wody i, jako wyższa od pokojowej, z łatwością mogła być przez rok cały utrzymana.

---

http://rcin.org.pl

CZĘŚĆ I.

Przemiana materji w czasie głodu.

I. Skład chemiczny ciała.

Zwierzęta, służące do badań i należące do jednego i tego samego gatunku pijawek (*Hirudo medicinalis L.*), były zbierane w różnym czasie (lata 1911—1916) i pochodziły z różnych miejsc. Poniżej wymieniam osiem kultur pijawek, każda zaś kultura w znacznych odstępach czasu, a zatem i w różnym stanie odżywiania wzgl. głodzenia, była przedmiotem specjalnej serji poszukiwań. Kultury poszczególne, złowione lub nabyte jednorazowo, są oznaczone cyframi rzymskiemi, przeciętna zaś waga zwierząt, należących do danej kultury, świadczy o mniej lub więcej posuniętym stanie głodu.

Kultura I (t. zw. „niemiecka") pochodzi z zakładu hodowlanego w Hildesheimie w Niemczech. Kultury II, III i IV („węgierskie") — z różnych aptek w Budapeszcie; pijawki kultur V i VI („rosyjskie") były nabyte od przekupniów tatarów, handlujących temi zwierzętami na wielką skalę w okolicach Saratowa w Rosji. Wreszcie zwierzęta kultur VII i VIII pochodzą z ziemi suwalskiej.

Zwierzęta wszystkich powyższych kultur (por. tabl. I), posiadające różną wagę ciała i znajdujące się w różnych warunkach odżywiania, były analizowane chemicznie. Wyznaczano zawartość składników następujących: substancji suchej, popiołu, azotu, węgla, tłuszczów, glikogenu i w kilku przypadkach — energji chemicznej. Poszukiwanie chityny dało wyniki ujemne. Wszystkie analizy wykonywane były przynajmniej dwukrotnie.

Substancję suchą w pijawkach wyznaczałem, pozbawiając wody drobno pokrajane zwierzęta w suszarce próżniowej w t. 40—50° C.; następnie po dokładnem sproszkowaniu doprowadzałem substancję w tejże suszarce do wagi stałej. Zwęglanie substancji suchej celem wyzna-

http://rcin.org.pl

czenia zawartości w niej popiołu odbywało się w tyglu platynowym, przyczem drogą zwykłą były wyznaczane oddzielnie od siebie części mineralne rozpuszczalne i nierozpuszczalne w wodzie.

Azot wyznaczany był metodą Kjeldahl'a, zaś węgiel — metodą Messinger'a i Tangl'a[1]) w kolbach, zmodyfikowanych przez Tangl'a.

Dla wykrycia i oznaczenia glikogenu w pijawkach posiłkowałem się metodą Pflüger'a ('10) z tą małą zmianą, że w celu usunięcia wodorotlenku żelaza osad glikogenu po pierwszem strąceniu alkoholem traktowałem na sączku przez krótki czas słabym (1%) roztworem alkoholowym (95°) kwasu solnego; po oczyszczeniu i zhydrolizowaniu glikogenu kwasem solnym, glukozę wyznaczałem metodą wagową Pflüger'a, kontrolując kilkakrotnie wyniki polarymetrycznie.

Tłuszcze wyznaczane były dwiema metodami: w większości analiz, ekstrahując eterem naftowym substancję suchą w aparacie Soxlet'a w ciągu 16—24 godz.; w pewnych natomiast przypadkach, gdy chodziło o możliwie dokładne wyniki — metodą Libermann'a[2]), Kumagawy i Suty[3]). Otrzymaną tą drogą ilość czystych kwasów tłuszczowych, pozbawionych różnych ingredjencyj tłuszczowatych, mnożyłem przez współczynnik, który ustaliłem specjalnie dla pijawek: wyraża on stosunek wagi substancyj tłuszczowatych, ekstrahowanych na gorąco alkoholem, a następnie—eterem, do wagi zawartych w nich kwasów tłuszczowych. Wartość tego współczynnika wynosi 1,78; jak widzimy, kwasy tłuszczowe stanowią bardzo nieznaczną część wyciągu alkoholowo-eterowego pijawek w porównaniu ze składem chemicznym substancyj tłuszczowatych innych zwierząt.

Wyniki dwunastu analiz, które zostały przeprowadzone w różnym czasie na zwierzętach z różnych kultur pochodzących, są przedstawione na tabl. I w kolejności, w jakiej były one wykonywane. Wyniki wszystkich analiz obliczone zostały w stosunku do stu gramów wagi żywej. Niektóre analizy są niekompletne z powodu małej ilości materjału, jaki był do rozporządzenia.

Oznaczenia substancji suchej były jednak wykonywane we wszystkich analizach. Liczby odnośne wskazują, że zawartość masy suchej w pijawkach waha się w granicach dosyć obszernych, mianowicie od 15,16% do 19,33%. Analizę, wykazującą liczbę najwyższą — 23,97%, pomijam, gdyż zwierzęta te zawierały w przewodzie pokarmowym dużą ilość krwi: znaczną zawartość substancji suchej w zwierzętach tej kultu-

[1]) Por. Tangl i Kereszty ('11).
[2]) Por. Liebermann i Székely ('98).
[3]) Por. Kumagawa ('11).

http://rcin.org.pl

Tablica I.

№ analizy	№ kultury zwierząt	Pochodzenie zwierząt	Przeciętna waga jednego zwierzęcia	W stu gramach wagi żywej						
				Substancji suchej	Popiołu	Azotu	Węgla	Tłuszczów	Glikogenu	Energji chemicznej
			g	g	g	g	g	g	g	kal.-g
1	I	Niemieckie	2,701	18,77	0,79	2,58	—	0,66	0,52	106,3
2	II	Węgierskie A	4,645	21,71	0,89	2,95	—	0,84	0,70	—
3	III	Węgierskie B	1,552	16,21	0,88	2,08	—	0,84	—	—
4	IV	Węgierskie C	2,751	16,10	0,79	2,03	7,80	0,81	0,56	88,7
5	IV	Węgierskie C_1	6,681	23,97	—	3,21	12,11	0,57	—	135,2
6	V	Rosyjskie A	1,012	16,00	—	1,91	—	—	—	—
7	VI	Rosyjskie B	0,925	16,31	0,87	2,16	8,34	0,75	0,81	—
8	VI	Rosyjskie B_1	0,775	17,39	1,02	2,29	8,67	0,96	0,43	—
9	VI	Rosyjskie B_2	1,813	16,52	0,85	2,19	8,34	0,63	1,10	—
10	VI	Rosyjskie B_3	0,386	16,25	—	2,28	8,08	—	—	—
11	VII	Polskie A	0,586	19,33	—	2,39	—	1,21	1,23	—
12	VII	Polskie B	0,400	15,16	—	1,77	—	0,85	0,62	—

ry objaśnić możemy na podstawie faktu, stwierdzonego przez Pütter'a ('07), a polegającego na tem[1]), że krew, pobrana przez pijawki, zostaje w przewodzie pokarmowym wkrótce zagęszczona z wydzieleniem wody nazewnątrz. Pomijając następnie liczby najbardziej odbiegające od wartości przeciętnej, możemy przyjąć, że średnia zawartość masy stałej w pijawkach głodzonych wynosi około 16,5%. Jakiejkolwiekbądź zależności wybitniejszej między ilością substancji suchej a stopniem głodu zauważyć się nie daje, o ile znowu nie weźmiemy pod uwagę analizy ostatniej (№ 12).

Substancja sucha analizowana była na zawartość popiołu, azotu, węgla, tłuszczu i glikogenu. Jak przekonywują w mierze dostatecznej obliczenia sumaryczne wyników analiz kompletnych, składnikami najgłówniejszemi substancji organicznej ciała pijawek są azotowe związki organiczne, tłuszcze i glikogen.

W obliczeniach tych wyszedłem z założenia, że azot związków organicznych w całości odpowiada azotowi białkowemu. Dla określenia współczynnika azotowego białka wyznaczyłem zawartość azotu w specjalnie oczyszczonej i pozbawionej obcych domieszek substancji biał-

[1]) Por. loc. cit. str. 231

http://rcin.org.pl

kowej, którą otrzymałem w sposób szczegółowo podany w części energetycznej pracy niniejszej. Substancja ta zawierała 15,07% N i 50,23% C, skąd współczynnik azotowy białka obliczamy na 6,64, t. j. wartość, znacznie różniącą się od przeciętnego, zwykle w biochemji stosowanego azotowego współczynnika białka (=6,25). Stąd wyprowadzamy również wartość dla stosunku C/N = 3,33.

Tablica II.

№ analizy	№ kultury zwierząt	W procentach substancji suchej					
		Azotu	Białka (N × 6,64)	Tłuszczów	Glikogenu	Popiołu	Suma
1	I	13,74	91,24	3,54	2,78	4,20	101,76
2	II	13,58	90,17	3,89	3,22	4,09	101,37
4	IV	12,63	83,86	6,19	3,46	5,53	99,04
7	VI	13,24	87,91	4,60	4,95	5,13	102,56
8	VI	13,17	87,45	5,52	2,48	5,87	101,32
9	VI	13,26	87,05	3,72	6,66	5,13	102,56

Tablica II zawiera obliczoną zawartość białka i innych składników organicznych i popiołu w sześciu analizach kompletnych tablicy poprzedniej. Zsumowanie wszystkich wspomnianych składników daje liczbę nieco większą od teoretycznej (100), co można częściowo objaśnić nieuwzględnianiem azotowych związków organicznych o charakterze niebiałkowym. W każdymbądź razie możemy przyjąć, że głównemi składnikami organicznemi ciała pijawek są, z pośród związków azotowych, białka, ze związków zaś bezazotowych — tłuszcze i glikogen, jako główny przedstawiciel węglowodanów.

Wskaźnikiem stosunku wzajemnego, w jakim występują związki azotowe i bezazotowe, jest, jak wiadomo, stosunek wagowy węgla do azotu (C/N), który w szeregu podanych na tabl. I analiz mógł być ustalony. Wyniki tych analiz zostały podane w osobnej tablicy III, skąd widzimy, że stosunek C/N w ciele pijawek wynosi przeciętnie 3,76; jeżeli liczbę tę porównamy następnie z liczbą, wyrażającą stosunek wagowy tych dwu pierwiastków w białku oczyszczonem (C/N = 3,33), to stwierdzimy, że zaledwie około 11% węgla przypada na związki bezazotowe: zgadza się to w zupełności ze stosunkowo małą zawartością glikogenu i tłuszczów w substancji organicznej pijawek.

PAŃSTWOWE MUZEUM ZOOLOGICZNE BIBLIOTEKA

Tablica III.

№ analizy	№ kultury zwierząt	Przeciętna waga jednego zwierzęcia g	W stu gramach wagi żywej zwierząt: Węgla g	Azotu g	C/N
Krew psa		—	9,48	2,60	3,64
5	IV	6,681	12,11	3,21	3,77
4	IV	2,751	7,80	2,03	3,84
9	VI	1,813	8,34	2,19	3,62
7	VI	0,925	8,34	2,16	3,86
8	VI	0,775	8,67	2,29	3,78
10	VI	0,386	8,08	2,28	3,54
				Przeciętnie	3,76

Ponieważ wielkość ciała pijawek wyrosłych zależy bezpośrednio od czasu trwania głodu, przeto w celu ustalenia zależności między stopniem głodzenia a składem chemicznym ciała ułożone zostały na tej samej tablicy (tabl. III) wyniki analiz w szeregu zmniejszającej się wagi ciała wierząt. Z liczb kolumny ostatniej wypływa, że stosunek węgla do azotu jest prawie taki sam zarówno u zwierząt dużych (6,681 *g*), jak i u zwierząt, których waga jest osiemnaście razy mniejsza (0,386 *g*). Okazuje się więc, że zwierzęta największe (analizy № 5), w których przewodzie pokarmowym stwierdzono znaczną ilość pokarmu w postaci krwi, wykazują stosunek C/N, który nie odbiega od wartości, jaka jest właściwa substancji organicznej ciała zwierząt, znajdujących się w daleko posuniętym stanie głodu. Przyczyną tego jest więc bardzo ciekawy fakt, że w pokarmie pijawek, t. j. we krwi [1]), którą zwierzęta te się odżywiają, węgiel i azot występują w stosunku tym samym co i w ciele zwierząt głodzonych. Świadczyłoby to o wartości odżywczej krwi, jako pokarmu dla pijawek.

O stosunku, w jakim poszczególne kategorje składników organicznych występują w ciele, daje pojęcie dokładniejsze analiza tych związ-

[1]) Pütter ('07) podaje dla krwi ten stosunek C : N = 3,42; liczba ta, obliczona przez autora w przybliżeniu, odbiega od naszej, znalezionej bezpośrednio (3,76).

http://rcin.org.pl

ków. Na tabl. IV podany jest szereg analiz, których wyniki zostały obliczone w odsetkach substancji organicznej. Ze względu na niewielką ilość substancji nie we wszystkich analizach mogła być wyznaczona zawartość popiołu w substancji suchej; z tego więc powodu w celu wyzyskania możliwie większej ilości analiz, uczyniono w wyliczeniach założenie, że substancja organiczna składa się wyłącznie ze związków białkowych, tłuszczów i glikogenu: w ten sposób odniesiono zawartość procentową składników poszczególnych do sumy wyżej wymienionych związków organicznych.

Tablica IV.

№ analizy	№ kultury zwierząt	Przeciętna waga jednego zwierzęcia	Na sto gramów substancji organicznej		
			Białka (N×6,64)	Tłuszczów	Glikogenu
		g	g	g	g
2	II	4,645	92,7	3,9	3,4
4	IV	2,751	90,8	5,5	3,7
1	I	2,701	93,5	3,6	2,9
9	VI	1,813	89,3	3,9	6,8
7	VI	0,925	90,1	4,8	5,1
8	VI	0,775	91,7	5,7	2,6
11	VII	0,586	86,7	6,6	6,7
12	VII	0,400	88,9	6,4	4,7
		Przeciętnie	90,5	5,0	4,5

Przeglądając liczby tabl. IV, przekonywamy się przedewszystkiem o niezwykłej jednostajności składu chemicznego pijawek. Pierwsze miejsce pod względem ilościowym zajmują związki azotowe, względnie białka: przeciętnie biorąc, zawartość białka wynosi 90,5% wagi substancji organicznej, przyczem wahania wynoszą zaledwie od 86,7 do 93,5%. Pozostałe niespełna 10% stanowią związki bezazotowe — tłuszcze i glikogen, które występują w ilościach prawie równych, z nieznaczną przewagą tłuszczów nad glikogenem: zawartość tłuszczów wynosi przeciętnie 5% (z wahaniami od 3,6 do 6,6%), zaś glikogenu — 4,5% (2,6—6,8) substancji organicznej. Biorąc w przybliżeniu, możemy powiedzieć, że związki białkowe stanowią okrągło 9/10 masy organicz-

http://rcin.org.pl

nej, zaś tłuszcze i węglowodany występują w ciele pijawek w stosunku 1 : 1[1]).

Jako wniosek dalszy, wypływający z porównania liczb tabl. IV, należy podnieść znaczną niezależność składu chemicznego ciała od wagi zwierząt. Wprawdzie u zwierząt mniejszych stosunek przesuwa się nieco na korzyść związków bezazotowych, t. j. zwierzęta mniejsze zawierają stosunkowo więcej tłuszczów i glikogenu, mniej natomiast białka, to jednak różnice te są bardzo nieznaczne. Naogół możemy twierdzić, że stosunkowa zawartość poszczególnych związków organicznych w ciele jest stała u zwierząt różnej wielkości.

Fakt powyższy wskazywałby na wybitną równomierność rozpadu organicznych składników ciała w stanie głodu, o czem dowodnie mogłyby przekonać badania eksperymentalne, stanowiące treść następnych rozdziałów. Doświadczenia te miały za zadanie w pierwszym rzędzie zbadanie procesów wymiany gazowej, dających wyraz natężeniu i charakterowi zjawisk przemiany materji w czasie głodu.

II. Wymiana gazowa.

Poznanie składu chemicznego i stosunku, w jakim składniki organiczne występują w ciele pijawek głodzonych, stanowiło punkt wyjścia dla dalszych poszukiwań. Obecnie, celem scharakteryzowania w zarysach ogólnych przebiegu procesów rozpadowych w czasie głodu, wypada się zwrócić do omówienia rezultatów doświadczeń nad oddychaniem.

Doświadczenia te przedsięwzięte zostały przedewszystkiem w celu określenia natężenia procesów oddechowych w stałych warunkach temperatury i następnie — dla ustalenia przebiegu i charakteru oddychania w różnych momentach głodu. Ze stosunku zaś ilości wyprodukowanego przez zwierzęta dwutlenku węgla do ilości pobranego tlenu sądzić możemy o zachowaniu się współczynnika oddechowego, będącego w pewnej mierze wyrazem charakteru spalań składników organicznych ciała.

Metodyka doświadczeń oddechowych była dosyć różnolita, cho-

[1]) W analizach ciała pijawek głodzonych, które podaje Pütter ('07), w substancji suchej wyznaczono tylko zawartość części nierozpuszczalnych i rozpuszczalnych w eterze i w wodzie, obok tego zawartość azotu i węgla w tych trzech frakcjach; węglowodanów i chityny nie wyznaczano wcale. Stąd więc, podana przez autora tabelka (l. c. str. 227) wyraża jedynie przybliżony skład chemiczny substancji suchej zwierząt.

http://rcin.org.pl

ciaż dla wyznaczenia obu składników wymiany gazowej posługiwałem się głównie analizą gazową powietrza w zbiorniku zamkniętym, wykonywaną na początku i w końcu doświadczenia oddechowego. Pozatem, w doświadczeniach, w których chodziło jedynie o badanie oksydacji, posługiwałem się przyrządem Godlewskiego (sen.) ('96); o ile zaś chodziło o mierzenie tylko produkcji dwutlenku węgla, lub — o wyznaczanie zawartości tego gazu w wodzie, w której zwierzęta się znajdowały, wyznaczałem go metodą Pettenkofer'a, absorbując gaz w rurach, wypełnionych wodą barową.

Przeważająca jednak ilość doświadczeń respiracyjnych była przeprowadzona metodą pierwszą, opisaną szczegółowo przez Hari'ego ('09 a). Metoda ta polegała na tem, że zwierzęta przez cały czas doświadczenia znajdowały się w naczyniu szklanem, o pojemności około dwu litrów, zamkniętem szczelnie korkiem gumowym, posiadającym pięć otworów: dwa otwory były zajęte przez rurki, służące do wentylacji powietrza przed rozpoczęciem doświadczenia, w pozostałych zaś trzech znajdowały się: termometr do mierzenia temperatury powietrza w zbiorniku, manometr rtęciowy, wykazujący różnicę między zewnętrznem a wewnętrznem ciśnieniem powietrza i — wreszcie — rurkę, przez którą brano do analizy próbki powietrza ze zbiornika. Rozbiór powietrza, w którem wyznaczano zawartość procentową CO_2 i O_2, uskuteczniano w aparacie Geppert'a i Zuntz'a[1]) do analizy gazowej.

Przed rozpoczęciem doświadczenia zwierzęta, poprzednio zważone, umieszczano w zbiorniku, dodawano 50 cm^3 wody wodociągowej, poczem zbiornik zamykano szczelnie i zanurzano go w kąpieli wodnej, ogrzanej zwykle do temperatury stałej 25°. Po przepędzeniu powietrza czystego, pozbawionego CO_2, rurki wentylacyjne zamykano i odczytywano po upływie kilkunastu minut temperaturę powietrza w zbiorniku, stan barometru i manometru. Te same odczytania uskuteczniano w końcu doświadczenia, poczem brano ze zbiornika pewną ilość powietrza (zwykle około 300 cm^3) do analizy gazowej; za każdym razem wykonywano przynajmniej dwie analizy równoległe.

Z liczb, oznaczających stan temperatury, barometru i manometru, obliczano w normalnych centymetrach sześciennych objętość powietrza w zbiorniku na początku i w końcu doświadczenia (por. tabl. V). Z przyrostu dwutlenku węgla wyliczano następnie ogólną ilość tego gazu w zbiorniku, zaś zużycie tlenu obliczano z różnicy ilości tego gazu na początku i w końcu doświadczenia. Zużycia tlenu, rozpuszczonego w wodzie, nie brano pod uwagę z powodu małej ilości wody,

[1]) Por. prace Magnus-Levy'ego ('93) i Geppert'a ('87).

http://rcin.org.pl

Tablica V.

Kultura pijawek III. Oddychanie pijawek w stanie głodu.

№ doświadczenia	Data	Czas trwania doświadczenia	Ilość zwierząt	Waga zwierząt	Temperatura	a: Objętość normalna powietrza w zbiorniku — na początku doświadczenia	b: Objętość normalna powietrza w zbiorniku — w końcu doświadczenia	c: CO_2 — Przyrost w powietrzu	c: CO_2 — Ilość ogólna w powietrzu	c: CO_2 — W wodzie	c: CO_2 — Produkcja ogólna	c: CO_2 — Ilość wydzielona przez jedno zwierzę na dobę	d: O_2 — W powietrzu w końcu doświadczenia	d: O_2 — Ogólne zużycie	d: O_2 — Ilość pobrana przez jedno zwierzę na dobę	RQ	e: $a+c-d$	b − e: W centym. normalnych	b − e: W procentach b
		h		g	°C	cm³	cm³	%	cm³	cm³	cm³	cm³	%	cm³	cm³		cm³		
1	14—15.VII	15,7	20	35,50	23,2	1851,8	1830,5	1,40	25,6	9,6	35,2	2,69	18,43	49,2	3,76	0,715	1828,2	+2,3	+0,13
2	15—16.VII	22,5	20	35,50	23,4	1849,5	1818,5	1,85	33,7	13,5	47,2	2,52	17,92	59,9	3,19	0,787	1823,3	−4,8	−0,26
3	16—17.VII	21,7	20	35,50	24,0	1834,7	1817,3	1,76	32,1	4,9	37,0	2,05	18,22	51,7	2,86	0,715	1815,1	+2.2	+0,12
4	19—21.VII	47,2	16	25,88	24,9	1847,6	1811,5	3,49	63,3	5,1	68,4	2,17	16,07	94,6	3,01	0,723	1816,3	−4,8	−0,26
5	21—22.VII	24,7	16	25,88	25,5	1833,9	1820,7	1,78	32,5	2,7	35,2	2,14	18,39	48,0	2,91	0,734	1818,4	+2,3	+0,12
6	22—24.VII	39,7	16	25,88	25,6	1835,9	1808,5	2,98	53,9	7,3	61,2	2,31	16,43	86,1	3,25	0,711	1803,7	+4,8	+0,26
												2,31			3,16	0,731			

http://rcin.org.pl

jaka była brana do doświadczenia. Natomiast dwutlenek węgla w wodzie rozpuszczony wyznaczano dwukrotnie—na początku i w końcu doświadczenia, przepuszczając prąd czystego powietrza nad zakwaszoną (słabym kwasem siarkowym) i ogrzaną do wrzenia próbką wody, wyjętą ze zbiornika, i chwytając ten gaz w rurach Pettenkofer'a. Produkcja ogólna tego gazu stanowi sumę ilości, znalezionych w powietrzu i w wodzie (por. tabl. V).

Metoda powyższa posiada tę stronę dodatnią, że pozwala wykryć i wyłączyć te doświadczenia, do których wkradł się większy błąd metodyczny. Każde bowiem doświadczenie było sprawdzone rachunkowo w tym kierunku, o ile znaleziona objętość powietrza w zbiorniku w końcu doświadczenia zgadza się z objętością obliczoną: w doświadczeniach dobrze wykonanych, jak widzimy z tabl. V, różnice między temi dwiema wielkościami są bardzo nieznaczne, wynoszą one zaledwie od – 0,26 do +0,13%.

Wszystkie doświadczenia wykonane metodą powyższą były obliczane i sprawdzane w ten sam sposób. We wszystkich następnych tablicach, dotyczących oddychania, podano tylko ogólne wyniki doświadczeń, t. j. liczby, odpowiadające ogólnej produkcji dwutlenku węgla i zużyciu ogólnemu tlenu w czasie trwania doświadczenia respiracyjnego.

W celu sprawdzenia wyników, otrzymanych powyższą metodą oddechową, przeprowadziłem ponadto kilka doświadczeń w przyrządzie, służącym do badań nad wymianą gazową zwierząt mniejszych i opisanym przezemnie ('16) niedawno. Doświadczenia te w zupełności potwierdzają wyniki podane poniżej.

1. Intensywność procesów oddechowych.

Przebieg natężenia procesów oddechowych w okresie głodu długotrwałego jest kwestją, która była przedmiotem bardzo licznych badań. Studja, przeprowadzone na przedstawicielach różnych grup zwierzęcych, zarówno kręgowych jak i bezkręgowych, wykazują, że szybkość procesów rozpadowych ulega w czasie głodu stałej, stopniowej redukcji.

Zjawisko to znajduje się w ścisłej łączności ze zmniejszaniem się wielkości ciała, powodowanem utratą składników, których kosztem odbywają się procesy rozpadowe.

W związku bezpośrednim z kwestją powyższą znajdują się badania Rubner'a ('83), Slowzoff'a ('03) i innych, które doprowadziły do ustalenia zasady, że u zwierząt homoiotermicznych natężenie przemiany materji i energji zależy od powierzchni ciała, której wielkość

http://rcin.org.pl

określa wartość strat energetycznych: u zwierząt tych (ptaki i ssaki) produkcja cieplna w odniesieniu do jednostki powierzchni ciała jest wielkością w wązkich granicach stałą.

U zwierząt pojkilotermicznych strata ciepła przez powierzchnię ciała nie może warunkować przyśpieszenia oksydacji, gdyż zwierzęta te nie posiadają zdolności termoregulacyjnych. Wskutek tego należałoby przypuszczać, że wielkość powierzchni ciała nie powinna tutaj decydować o napięciu przemian materjalnych i energetycznych, o ile powierzchnia ciała nie pełni innych jeszcze funkcyj, pozostających w ścisłym związku z procesami katabolicznemi (oddychanie). Pomimo to jednak badania, przeprowadzone na kilku przedstawicielach wyższych grup zwierząt pojkilotermicznych [1]), zdają się przemawiać za tem, że zwierzęta te regulują swoje procesy oddechowe nie według masy, lecz według powierzchni ciała, aczkolwiek ta ostatnia nie pełni funkcyj oddechowych.

Dogodnym materjałem do badań nad kwestją powyższą są pijawki, ponieważ wielkość tych zwierząt może wykazywać w zależności od czasu trwania głodu różnice więcej niż dwudziestokrotne. Zachodzi więc pytanie, w jaki sposób u tych zwierząt zachowuje się, w miarę zmniejszania się wielkości ciała, szybkość przemiany materji, której wskaźnikiem najdokładniejszym jest intensywność procesów oksydacyjnych.

Z góry przypuszczać możemy, że jeżeli natężenie przemiany materji zależy bezpośrednio od masy czynnej (wzgl. — od wagi ciała, która jest w pewnych granicach wykładnikiem ilości substancji żyjącej), to szybkość przemian w czasie głodu będzie zmniejszała się proporcjonalnie do wagi ciała. Innemi słowy, w każdym momencie głodu jednostka wagi żywej będzie ujawniała stałą wielkość przemiany, a natężenie procesów rozpadowych dla jednego zwierzęcia będzie malało proporcjonalnie do ilości masy czynnej, obecnej w danym momencie głodu.

W celu sprawdzenia powyższego przypuszczenia wykonałem szereg doświadczeń podanych poniżej. Z licznych doświadczeń, które szczegółowo będą omówione nieco później, zebrałem materjał liczbowy dość obfity, zestawiony częściowo na tablicy VI. Widzimy tutaj dane, odnoszące się do siedmiu seryj doświadczeń oddechowych, które przeprowadzone zostały w różnym czasie na zwierzętach z różnych kultur pochodzących. Serje poszczególne, jak to zaznaczono na tej samej tablicy, przedstawione zostały szczegółowo na tablicach VII—XIII, podanych poniżej; prócz tego umieszczono tutaj również wyniki dwu se-

[1]) Pór. np. badania Maurel'a i Rey-Pailhade'a ('00) nad żółwiami.

http://rcin.org.pl

ryj, w których mierzono tylko szybkość pobierania tlenu w przyrządzie Godlewskiego (tabl. VII i VIII).

Tablica VI.

№ kolejny	№ tablicy	№ kultury zwierząt	Data	Ilość doświadczeń	Przeciętna temperatura °C	Przeciętna waga ciała jednego zwierzęcia g	Przeciętna ilość tlenu pobierana: przez jedno zwierzę na dobę w temperaturze doświadczenia cm³	przez jeden gram wagi żywej na dobę w temperaturze doświadczenia cm³	przez jeden gram wagi żywej na dobę w temp. 25 °C. cm³
1	XI	II	18.VI—1.VII.1911	8	22,2	4,62	4,21	0,911	1,064
2	X	II	6—12.V „	6	21,6	4,58	4,19	0,915	1,102
3	VII	I	21—25.VII „	5	26,4	2,87	3,33	1,160	1,063
4	XII	I	5—9.VII „	3	22,0	2,52	3,21	1,270	1,499
5	XIII	VI—B_2	22—26.V.1913	2	25,0	1,83	1,85	1,011	1,011
6	VIII	III	4—11.VIII.1911	7	25,6	1,55	1,50	0,968	0,933
7	IX	VI—B	17.IV—16.V.1913	15	25,0	0,84	1,25	1,488	1,488
									1,166

Na tablicy omawianej obecnie (VI) zostały zestawione przeciętne, wyprowadzone z poszczególnych seryj doświadczeń: ilość doświadczeń w serjach odnośnych została również podana (kolumna piąta). Wartości przeciętne każdej serji dotyczą temperatury, w jakiej obserwacje były prowadzone, następnie zaś—wagi ciała zwierząt badanych i ilości tlenu, pobieranego przez jedno zwierzę w ciągu doby.

Jeżeli porównamy dwa ostatnio wymienione szeregi liczb, dotyczące wagi ciała i szybkości oksydacji, to zwróci naszą uwagę fakt, że zwierzęta mniejsze wykazują szybkość pobierania tlenu również mniejszą, i — odwrotnie, przyczem występuje tutaj zupełna prawidłowość w tem znaczeniu, że szeregowi zmniejszającej się wagi ciała najzupełniej odpowiada szereg stale zmniejszającej się szybkości oksydacji.

Kwestję zależności utleniania od wielkości ciała wyświetla podana w następnej kolumnie szybkość pobierania tlenu przez jeden gram wagi żywej na dobę: szybkość ta wykazuje w serjach poszczególnych różnice stosunkowo nieduże. Ponieważ jednak temperatura, w jakiej doświadczenia były prowadzone, nie we wszystkich serjach była jednakowa, przeto w kolumnie ostatniej podana została szybkość pobierania tlenu przez jeden gram wagi żywej na dobę, obliczona według wzoru vant' Hoff'a dla średniej temperatury 25° C. Interpolacja ta, jak wi-

http://rcin.org.pl

dzimy, jeszcze bardziej niweluje różnice pomiędzy serjami, w których najniższa wartość oksydacji wynosi obecnie 0,933, zaś najwyższa — 1,499 cm^3 tlenu, pobieranego w temperaturze 25° C przez jeden gram wagi ciała na dobę. Liczby skrajne stanowią odchylenia sporadyczne, niezależne od wagi ciała, dlatego też możemy przyjąć, że przeciętna szybkość pobierania tlenu (wzgl. przeciętne natężenie przemiany materji) w stanie głodu wynosi około 1,166 cm^3 (=1,666 mg) tlenu na jeden gram wagi żywej w ciągu doby.

Tablica VII.

Pobieranie tlenu w czasie głodu.

Kultura pijawek I.

№ doświadczenia	Data	Czas trwania doświadczenia	Ilość zwierząt	Przeciętna waga zwierząt	Temperatura	Ilość tlenu pobrana	
						w czasie doświadczenia	przez jedno zwierzę na dobę
		h		g	°C	cm^3	cm^3
1	21–22.VII	22,7	25	71,80	26,0	77,6	3,20
2	22–22.VII	8,5	25	71,80	26,5	32,5	3,67
3	22–23.VII	16,0	25	71,80	26,4	59,2	3,55
4	23–24.VII	23,7	25	71,80	26,3	77,6	3,14
5	24–25.VII	23,0	25	71,80	26,7	73,6	3,07
							3,33

Stąd wynika ważny dla nas wniosek, że natężenie procesów przemiany materji u pijawek zależy tylko od wagi ciała: natężenie oksydacji w najbardziej nawet posuniętym stanie głodu będzie zawsze w obliczeniu na jednostkę wagi żywej niezmienne.

Z powyższego wypływają konsekwencje, które rzucają światło na zachowanie się szybkości procesów przemiany materji w okresie głodu. Mianowicie — z powodu, że intensywność procesów rozpadowych jest proporcjonalna do wagi ciała, jaką zwierzę posiada w danym momencie, wielkość strat w wadze powinna być zależna od aktualnej wagi ciała zwierzęcia. Oba te zjawiska — redukcja wagi i zmniejszanie się natężenia przemiany materji — powinny przebiegać jednakowo w czasie. Przebieg tych dwu procesów, których wartość w danym momencie jest proporcjonalna do ilości masy czynnej, posiada zatem charakter funkcji wykładniczej.

http://rcin.org.pl

Powyższy przebieg szybkości procesów rozpadowych wyjaśnia w pewnej mierze zjawisko biologiczne, polegające na tem, że w miarę trwania głodu i — związanych z nim strat wagi ciała — zwierzęta coraz bardziej redukują natężenie procesów rozpadowych, których wartość bezwzględna zmniejsza się do minimum w stanie daleko posuniętego głodu. Tem objaśnić możemy długość okresu, jaki pijawki przetrwać mogą bez dopływu pokarmu zzewnątrz.

Tablica VIII.

Pobieranie tlenu w czasie głodu.

Kultura pijawek III.

№ doświadczenia	Data	Czas trwania doświadczenia	Ilość zwierząt	Przeciętna waga zwierząt	Temperatura	Ilość tlenu pobrana	
						w czasie doświadczenia	przez jedno zwierzę na dobę
		h		*g*	°C	*cm*³	*cm*³
1	2–4.VIII	39,5	9	14,31	26,0	23,9	1,61
2	4—5.VIII	31,7	18	30,20	26,1	51,5	2,17
3	5—7.VIII	41,2	18		26,1	44,3	1,43
4	7—8.VIII	22,5	18		25,9	22,8	1,35
5	8–9.VIII	28,7	18		26,0	27,0	1,26
6	9—10.VIII	21,5	18		25,8	22,3	1,38
7	10–11.VIII	25,7	18	25,77	25,6	25,0	1,30
							1,50

Zależność oksydacji od wagi ciała dowodzi ponadto, że czynnikiem, normującym natężenie procesów rozpadowych w czasie głodu, jest nie powierzchnia ciała, lecz ilość czynnej masy żyjącej, której wskaźnikiem jest waga zwierzęcia.

2. Współczynnik oddechowy.

U zwierząt homojotermicznych, które pod względem ogólnej przemiany materji są bliżej zbadane, procesy oddechowe odzwierciadlają w znacznym stopniu charakter procesów rozpadowych. Poznanie wymiany gazowej, a właściwie — ustalenie współczynnika oddechowego, pozwala w znacznem przybliżeniu określić udział poszczególnych składników organicznych w przemianie materji.

http://rcin.org.pl

Zwierzęta pojkilotermiczne, a przedewszystkiem — bezkręgowe są pod tym względem prawie zupełnie niezbadane, gdyż nie wiadomo jak daleko u tych zwierząt sięga rozpad składników organicznych ciała. Pomimo to jednak z doświadczeń nad oddychaniem pijawek spodziewałem się otrzymać wskazówki, któreby pozwoliły na podstawie zmian wartości współczynnika oddechowego sądzić o zmianach, jakie w procesach rozpadowych zachodzą pod wpływem głodu.

Tablica IX.

Oddychanie pijawek w stanie głodu.

Kultura pijawek VI—B. t = 25° C.

№ doświadczenia	Data	Czas trwania doświadczenia	Ilość zwierząt	Przeciętna waga zwierząt	CO_2 Produkcja ogólna	O_2 Zużycie ogólne	Przez jedno zwierzę w ciągu doby ilość		RQ
							CO_2 wydzielona	O_2 pobrana	
		h		*g*	*cm³*	*cm³*	*cm³*	*cm³*	
1	17—18.IV	17,4	85	78,67	71,2	98,2	1,16	1,59	0,724
2	18—19.IV	23,1	85	77,53	74,6	100,3	0,91	1,23	0,743
3	20—21.IV	21,1	81	72,79	61,1	91,3	0,86	1,28	0,669
4	21—22.IV	20,5	80	70,82	63,1	85,6	0,92	1,25	0,737
5	22—23.IV	16,2	79	68,87	44,8	62,4	0,84	1,17	0,718
6	23—25.IV	42,5	79	68,79	101,3	145,0	0,72	1,04	0,700
7	27—29.IV	37,7	76	66,04	99,0	137,2	0,83	1,15	0,721
8	29.IV—1.V	39,0	70	61,64	95,6	137,7	0,83	1,19	0,694
9	1—3.V	39,2	64	55,51	90,5	127,2	0,87	1,32	0,711
10	3—5.V	40,2	60	50,89	85,0	140,7	0,94	1,40	0,675
11	5—7.V	41,2	60	49,73	72,7	108,0	0,71	1,05	0,673
12	9—11.V	39,0	60	47,42	96,8	131,3	0,99	1,35	0,737
13	11—13.V	41,0	52	40,89	90,9	131,8	1,02	1,48	0,614
14	13—15.V	42,0	49	38,34	70,5	100,3	0,82	1,17	0,702
15	15—16.V	22,5	48	37,36	32,7	50,4	0,73	1,12	0,649
							0,88	1,25	0,697

Kierując się myślą powyższą, wykonałem szereg doświadczeń respiracyjnych, w których wyznaczałem w każdem doświadczeniu zarówno produkcję dwutlenku węgla, jak i absorbcję tlenu. Wyniki jednej z największych seryj, przeprowadzonej na jednych i tych samych zwierzętach z kultury szóstej, są podane na tabl. IX. Wszystkie doświadczenia, w ilości piętnastu, obejmujące okres prawie miesięczny (17.IV—16.V), przeprowadzone zostały w stałej temperaturze 25° C. Ilość zwierząt, wynosząca na początku serji 85, zmniejszyła się w końcu do 48.

http://rcin.org.pl

Na tablicy powyższej, prócz wagi zwierząt i liczb, wyrażających produkcję CO_2 oraz zużycie O_2 w czasie trwania doświadczeń poszczególnych, podane zostały również obliczenia szybkości wymiany gazowej dla jednego zwierzęcia na dobę.

W czasie badanego okresu głodu przeciętna waga jednego zwierzęcia zmniejszyła się z 0,926 do 0,778 *g*, czyli prawie o 16 procentów. Podobnie wybitnego zmniejszenia się szybkości wymiany gazowej w tymże czasie zauważyć się jednak nie daje z powodu znacznych wahań w doświadczeniach poszczególnych.

Tablica X.

Oddychanie pijawek w stanie głodu.

Kultura pijawek II.

№ doświadczenia	Data	Czas trwania doświadczenia	Ilość zwierząt	Przeciętna waga zwierząt	Temperatura	CO_2			O_2	Przez jedno zwierzę w ciągu doby ilość		RQ
						Ilość ogólna w powietrzu	Ilość w wodzie	Produkcja ogólna	Zużycie ogólne	CO_2 wydzielona	O_2 pobrana	
		h		*g*	°C	*cm*³	*cm*³	*cm*³	*cm*³	*cm*³	*cm*³	
1	6—7.VI	22,5	21	96,10	21,1	52,7	12,5	65,2	81,8	3,31	4,15	0,797
2	7—8.VI	22,0	21	96,10	21,8	39,7	12,0	51,7	81,9	2,69	4,25	0,631
3	8—9.VI	21,0	21	96,10	21,8	33,1	10,5	43,6	78,7	2,37	4,28	0,554
4	9—10.VI	21,2	21	96,10	22,0	40,9	10,7	51,6	84,3	2,78	4,54	0,612
5	10—11.VI	25,5	21	96,10	21,9	40,0	14,5	54,5	86,9	2,44	3,89	0,627
6	11—12.VI	23,7	21	96,10	21,2	43,0	12,0	55,0	84,2	2,65	4,06	0,653
										2,71	4,19	0,641

Przeciętna produkcja CO_2 wynosiła 0,88 *cm*³ w ciągu doby przez jedno zwierzę, przeciętne zaś zużycie tlenu w tymże czasie — 1,25 *cm*³.

Dla ustalenia stosunku ilościowego, w jakim oba te gazy pozostawały względem siebie przez cały okres głodzenia, zostały dla każdego doświadczenia obliczone współczynniki oddechowe. Porównywując liczby odnośne (kolumna ostatnia), stwierdzamy, że wartość współczynników oddechowych w czasie całego okresu badanego waha się w granicach dosyć wąskich, mianowicie od 0,614 (№ 13) do 0,737 (№ 4), wynosząc przeciętnie 0,697, żadnej jednak zależności wyraźnej między długością trwania głodu a wysokością współczynnika oddechowego zauwa-

http://rcin.org.pl

żyć się nie daje Doświadczenie powyższe upoważniałoby raczej do wyprowadzenia wniosku, że w czasie miesięcznego okresu głodu wartość współczynnika oddechowego zmianie wybitnej nie ulega, wahając się około przeciętnej, wynoszącej 0,697.

Tablica XI.

Oddychanie pijawek w stanie głodu.

Kultura pijawek II.

№ doświadczenia	Data	Czas trwania doświadczenia	Ilość zwierząt	Przeciętna waga zwierząt	Temperatura	CO_2			O_2	Przez jedno zwierzę w ciągu doby ilość		RQ
						Ilość ogólna w powietrzu	Ilość w wodzie	Produkcja ogólna	Zużycie ogólne	CO_2 wydzielona	O_2 pobrana	
		h		*g*	°C	*cm³*	*cm³*	*cm³*	*cm³*	*cm³*	*cm³*	
1	18–19.VI	22,2	22	101,73	21,4	43,2	16,3	59,5	93,2	2,92	4,58	0,638
2	19—20.VI	22,2	22	101,73	21,5	41,4	16,3	57,7	82,1	2,84	4,03	0,702
3	20—21.VI	21,2	22	101,73	21,3	50,1	7,2	57,3	90,6	2,95	4,88	0,632
4	22—23.VI	22,0	22	101,73	21,5	45,4	14,1	59,5	81,1	2,92	3,99	0,734
5	24—26.VI	45,2	22	101,73	22,6	93,8	15,7	109,5	172,8	2,64	4,17	0,633
6	26—27.VI	28,2	22	101,73	23,6	61,3	11,0	72,3	107,8	2,80	4,17	0,670
7	27—29.VI	44,0	22	101,73	22,3	90,1	28,7	118,8	155,6	2,93	3,86	0,763
8	29.VI—1.VII	44,0	22	101,73	23,8	92,9	21,3	114,2	161,3	2,83	4,00	0,708
										2,85	4,21	0,685

Prócz serji powyższej zostały przeprowadzone jeszcze cztery serje doświadczeń na zwierzętach, posiadających różną wielkość i pochodzących z różnych kultur. Wyniki tych ostatnich przedstawiono na tablicach X, XI, XII i XIII i ułożono w ten sam sposób, jak na poprzedniej tablicy IX. Tablice te obejmują ogółem 19 doświadczeń, te zaś łącznie z poprzednio omawianemi stanowią w sumie 40 doświadczeń oddechowych, kompletnych, trwających ogółem dni 56.

Z całokształtu materjału doświadczalnego, jakim rozporządzam w tym kierunku, rzuca się przedewszystkiem w oczy wybitna jednostajność wartości współczynników oddechowych. Wprawdzie granice górna i dolna wahań są dosyć szerokie (wartość najniższa obserwowana —0,612, najwyższa —0,797), to jednak ani razu nie stwierdziłem współczynnika

http://rcin.org.pl

większego ponad 0,8, ani też mniejszego od 0,6).[1]) Jeżeli natomiast pominiemy wahania, występujące w obrębie jednego cyklu doświadczeń, i weźmiemy pod uwagę tylko wartości przeciętne z poszczególnych seryj doświadczeń, to przekonamy się o niezwykłej stałości współczynnika oddechowego w porównaniu z wartością współczynników oddechowych zwierząt ciepłokrwistych.

Tablica XII.

Oddychanie pijawek w stanie głodu.

Kultura pijawek I.

№ doświadczenia	Data	Czas trwania doświadczenia	Ilość zwierząt	Przeciętna waga zwierząt	Temperatura	CO_2			O_2	Przez jedno zwierzę w ciągu doby ilość		RQ
						Ilość ogólna w powietrzu	Ilość w wodzie	Produkcja ogólna	Zużycie ogólne	CO_2 wydzielona	O_2 pobrana	
		h		*g*	°C	*cm*³	*cm*³	*cm*³	*cm*³	*cm*³	*cm*³	
1	5—6.VII	23,7	19	45,78	22,0	40,0	—	40,0	60,2	2,13	3,21	0,665
2	6—7.VII	21,2	19	45,78	22,1	36,0	5,5	41,5	53,3	2,47	3,18	0,778
3	7—9.VII	45,7	25	65,98	22,0	101,5	11,1	112,6	154,8	2.37	3,25	0,711
										2,32	3,21	0,718

Tablica XIII.

Kultura pijawek VI - B_2.

1	22—24.V	44,0	24	44,50	25,0	63,6	2,5	66,1	89,5	1,50	2,05	0,738
2	24—26.V	48,0	24	43,50	24,0	57,6	5,6	63,1	79,9	1,31	1,66	0,789
										1,41	1,85	0,763

Dla ułatwienia porównania tych przeciętnych, wyprowadzonych z sześciu seryj doświadczeń, zestawiłem je na tablicy XIV w porządku zmniejszającej się przeciętnej wagi ciała zwierząt, badanych w poszczególnych serjach doświadczeń. Wahania wielkości współczynników oddechowych są tutaj istotnie znacznie mniejsze.

[1]) Przeciwnie, Pütter ('07) podaje olbrzymie różnice w wartości współczynników oddechowych (od 0.4 do 1.0), uzależniając je od stanu odżywiania zwierząt i wysnuwając stąd daleko sięgające konsekwencje co do stosunku rozszczepień chemicznych do procesów oksydacyjnych w przemianie materji. Wyniki moje stanowczo temu przeczą. (Por. l. c. str. 250—256). Przyczyną tej rozbieżności jest, być może, nieuwzględnianie przez Pütter'a w doświadczeniach oddechowych dwutlenku węgla, rozpuszczonego w wodzie.

http://rcin.org.pl

Wyprowadzając ogólną przeciętną ze wszystkich doświadczeń, otrzymamy średnią wartość współczynnika oddechowego dla zwierząt głodzonych, równą 0,706.

Gdybyśmy wyniki badań nad charakterem spalań u zwierząt ciepłokrwistych porównali z rezultatem powyższym, to moglibyśmy przypuszczać, że pijawki głodzone żyją głównie kosztem tłuszczu zapasowego, ponieważ stwierdzona u pijawek wielkość współczynnika oddechowego najbardziej jest zbliżona do współczynnika oddechowego, ustalonego dla tłuszczów (0,701). Jednak, jak przekonamy się w dalszym ciągu badań niniejszych, przemiana materji pijawek głodzonych posiada charakter nie tłuszczowy, lecz wybitnie białkowy. Kwestja ta, niezmiernie ciekawa z punktu widzenia porównawczej przemiany materji, da nam jeszcze możność bliższego rozpatrzenia procesu rozpadu cząsteczki białkowej u pijawek.

Tablica XIV.

№ kolejny serji	№ tablicy	№ kultury zwierząt	Ilość doświadczeń w serji	Temperatura °C	Przeciętna waga zwierząt g	RQ
1	XI	II	8	22,2	4,62	0,685
2	X	II	6	21,6	4,58	0,641
3	XII	I	3	22,0	2,52	0,718
4	XIII	VI—B_2	2	25,0	1,83	0,763
5	VIII	III	6	24,4	1,77	0,731
6	IX	VI—B	15	25,0	0,84	0,697
						0.706

Wracając do omawianej powyżej tablicy XIV, możemy stwierdzić jeszcze jeden ważny dla nas fakt. Stosunek wydzielanego CO_2 do tlenu zużywanego jest stały zarówno u zwierząt dużych, jak i u zwierząt kilkanaście razy mniejszych. Jeżeli wagę ciała będziemy uważali za wielkość zależną od długości okresu głodzenia, czyli przyjmiemy, że zwierzęta o mniejszej wadze ciała znajdują się w bardziej posuniętym stanie głodu, to zestawienie liczb na tabl. XIV będzie dowodziło, że w miarę trwania głodu wielkość współczynnika oddechowego nie ulega żadnej zmianie, zdążającej w określonym kierunku. Gdyby wielkość współczynnika oddechowego istotnie była wy-

http://rcin.org.pl

razem określonego stosunku, w jakim związki organiczne ulegają rozpadowi, to moglibyśmy z dużym stopniem prawdopodobieństwa przypuszczać, że jednostajność rozpadu składników ciała jest zjawiskiem zasadniczym dla procesów przemiany materji zwierząt głodzonych.

III. Produkty przemiany materji.

Powyżej omówiłem wyniki doświadczeń, dotyczących oddychania, — tego ważnego ogniwa procesów rozpadowych. Jako ogniwem ostatecznem tych procesów wypada z kolei zająć się analizą produktów przemiany.

O jednym z produktów — o dwutlenku węgla, mowa była powyżej. Przedmiotem bliższego rozpatrzenia będą obecnie wszystkie pozostałe produkty, które gromadzą się w środowisku naturalnem, t. j. w wodzie, w której pijawki żyją.

Produkty przemiany materji podzielić możemy na dwie kategorje. Do pierwszej należeć będą związki o budowie skomplikowanej, pochodzenia nabłonkowego, które są wyzyskane przez organizm w sposób niedostateczny: a więc przedewszystkiem produkty — czynności wydzielniczej gruczołów skórnych i gruczołów trawiennych przewodu pokarmowego i, następnie, pewna wydalina swoista, zwana substancją śluzowatą, która jest wytworem komórek nabłonkowych pokrycia ciała i która bywa zrzucana przez zwierzęta okresowo w postaci strzępów przezroczystych. Kategorję drugą stanowi konglomerat związków organicznych i nieorganicznych, rozpuszczalnych w wodzie, które są produktem czynności wydalniczej układu nefrydjalnego pijawek.

Oddzielenie analityczne tych różnych rodzajów wydzielin i wydalin byłoby rzeczą, oczywiście, trudną i, nawiasem mówiąc, wychodzącą poza ramy moich poszukiwań. Nie chodziło mi również o bliższe określenie charakteru chemicznego produktów przemiany materji. Z tego też względu wyróżniam na razie tylko dwie frakcje wydalin: pierwszą nierozpuszczalną w wodzie, stanowi substancja śluzowata, którą na sączku oddzielić możemy od frakcji drugiej, do której należą związki rozpuszczalne w wodzie. We frakcji drugiej oprócz moczu znajdują się jednak według wszelkiego prawdopodobieństwa pewne ilości kału, który w okresie daleko posuniętego głodu składa się wyłącznie z wydzieliny gruczołów trawiennych, przynajmniej częściowo rozpuszczalnych w wodzie, i — prócz tego — wydzielina gruczołów skórnych. Próby na obecność białka w drugiej frakcji dały jednak wynik ujemny, co upewnia, że ilość tych dwu rodzajów wydzielin jest istotnie

http://rcin.org.pl

bardzo mała. Dlatego też sumę produktów rozpuszczalnych w wodzie uważać możemy za mocz pijawek, t. j. za produkt wydalniczy układu nefrydjalnego.

Te dwie kategorje produktów—śluz i mocz—obchodzić nas będą tylko z punktu widzenia ogólnej przemiany materji. Poniżej podaję wyniki, dotyczące rozmieszczenia węgla i azotu w wymienionych frakcjach oraz dane, odnoszące się do produkcji azotu całkowitego w stanie głodu.

1. Zawartość węgla i azotu w produktach przemiany.

W badaniach nad ogólną przemianą materji stosunek C/N w produktach rozpadu posiada znaczenie dwojakie. Ustalenie stosunku tych pierwiastków w ogólnej ilości produktów przemiany materji pozwala przedewszystkiem określić w przybliżeniu udział związków azotowych w rozpadzie ogólnym. Natomiast określenie w moczu ilości węgla, przypadającego na jednostkę wagową azotu, wyświetla w pewnym stopniu charakter rozpadu cząsteczki białkowej.

W rozdziale niniejszym chodziło przedewszystkiem o określenie zawartości węgla i azotu zarówno w wydalinach rozpuszczalnych jak i nierozpuszczalnych w wodzie. W tym celu przeprowadziłem dwie serje wyznaczeń węgla i azotu w wydalinach zwierząt, pochodzących z dwu różnych kultur. Tabl. XV i XVI zawierają wyniki odnośnych seryj i są wyciągiem z doświadczeń nad przemianą ogólną węgla i azotu, o których mowa będzie poniżej (rozdział czwarty).

Serje, podane na tych dwu tablicach, były prowadzone w sposób następujący.

Określoną ilość zwierząt poprzednio zważonych umieszczono w naczyniu wraz z pewną ilością wody; co pewien czas wodę, zawierającą wydaliny rozpuszczalne i substancję śluzowatą, zbierano, zwierzęta zaś starannie opłukiwano wodą, którą dołączano do ogólnej ilości wydalin. Zebrane w ten sposób wydaliny zakwaszano zlekka słabym kwasem siarkowym, ogrzewano do wrzenia i gotowano przez pewien czas w celu wypędzenia rozpuszczonego w wodzie dwutlenku węgla. Po tej czynności ciecz uzupełniano do pewnej objętości i w częściach równych wyznaczano azot metodą Kjeldahl'a i węgiel na drodze mokrej metodą Messinger'a i Tangl'a.

Obie serje zawierają po osiem doświadczeń. Jak widać z tablicy XV, ilości azotu i węgla w wydalinach, zbieranych w jednakowych okresach, są prawie sobie równe: na określoną ilość azotu przypada mniej więcej taka sama ilość węgla, aczkolwiek wahania w obie strony

http://rcin.org.pl

są dosyć znaczne. W serji, będącej w mowie, ogólna ilość węgla, znaleziona we wszystkich doświadczeniach, wynosi 362,4 *mg*, ilość zaś azotu zawarta w tych samych wydalinach, równa się 324,7 *mg*. Stąd wyprowadzamy przeciętny współczynnik węglowy azotu dla wydalin pijawek w danej serji doświadczeń: $C/N = 1,116$, czyli — możemy powiedzieć, że na jednostkę azotu przypada nieco więcej, niż jednostka węgla.

Tablica XV.

Kultura pijawek VI B. t = 25 °C.

№ doświadczenia	Data	Przeciętna waga zwierząt	Czas trwania doświadczenia	Zawartość w wydalinach stałych	
				azotu	węgla
		g	*h*	*mg*	*mg*
1	17—20.IV	78,10	65,2	31,7	49 5
2	20—22.IV	71,80	51,7	36,5	46,3
3	22—25.IV	68,83	69,5	29,7	22,3
4	25—29.IV	66,51	94,9	44,1	44,5
5	29.IV—1.IV	61,64	45,5	27,8	25,6
6	1—9.V	51,18	190,2	69,3	89,4
7	9—13.V	44,15	96,8	54,7	61,0
8	13—16.V	37,85	72,7	30,9	23,8
		W sumie . .		324,7	362,4

Do serji, podanej na następnej tablicy (XVI), została użyta znacznie mniejsza na wagę ilość pijawek, to też znajdujemy w wydalinach odpowiednio mniejsze ilości węgla i azotu. Porównywując oba ostatnie szeregi liczb, znajdujemy taką samą prawidłowość, która jeszcze wyraźniej występuje przy zestawieniu liczb sumarycznych: stwierdzamy, że w ciągu całego okresu głodzenia, objętego przez osiem doświadczeń, trwających ogółem 617 godzin, zwierzęta wydzieliły 73,4 *mg* azotu i 74,0 *mg* węgla w wydalinach stałych, wskutek czego stosunek C/N w danej serji wynosi 1,008, zatem — nie o wiele mniej, niż w serji poprzedniej.

Jak widzimy, zgodność tych dwu seryj jest najzupełniej wystarczająca; możemy więc przyjąć, że przeciętnie w sumie wydalin stałych na jeden gram azotu przypada 1,062 gramów węgla.

http://rcin.org.pl

Przystępując do kwestji ustosunkowania poszczególnych frakcyj wydalin do siebie, za punkt wyjścia obrałem zawartość w nich azotu, odnosząc przypadającą na każdą frakcję ilość azotu do azotu całkowitego wydalin. Oddzielając następnie substancję śluzowatą od moczu, t. j. od wydalin rozpuszczalnych w wodzie, wyznaczałem w każdej z tych frakcyj stosunek węgla do azotu. W ten sposób można również poznać obchodzącą nas bliżej wartość C/N w wydalinach w wodzie rozpuszczalnych, t. j. w moczu.

Tablica XVI.

Kultura pijawek V.

№ doświadczenia	Data	Przeciętna waga zwierząt	Czas trwania doświadczenia	Zawartość w wydalinach stałych	
				azotu	węgla
		g	*h*	*mg*	*mg*
1	3—6.I	17,90	72,0	11,8	16,6
2	6—9.I	16,93	69,5	9,8	10,6
3	9—12.I	16,68	71,0	9,3	9,2
4	12—15.I	15,60	72,0	9,2	7,2
5	18—22.I	14,25	93,7	9,0	6,5
6	22—25.I	14,00	72,0	8,3	9,1
7	25—29.I	13,50	95,5	9,3	10,4
8	29.I—1.II	12,02	71,5	6,7	4,4
		W sumie . .		73,4	74,0

Wydaliny przeznaczone do badań pochodziły od sześciuset pijawek kultury VII. Wydaliny te wraz z wodą, w której zwierzęta znajdowały się, były zbierane w ciągu miesiąca i przechowywane z dodatkiem chloroformu w nadmiarze dla uniknięcia procesów gnilnych. Zebrano ogółem pięć litrów, w których po ustaleniu ilości azotu, przypadającego na każdą frakcję, oddzielono w całej ilości wydalin zebranych — śluz od moczu; frakcje te suszono następnie przez odparowanie na parownicy i otrzymaną w ten sposób substancję suchą zanalizowano na zawartość węgla i azotu.

Wyniki analiz są przedstawione na tabl. XVII.

Co się tyczy przedewszystkiem ilości azotu w obu frakcjach, to, jak wynika z tablicy powyższej, na substancję śluzowatą przy-

http://rcin.org.pl

pada przeciętnie 9,13 %, gdy natomiast pozostałe 90,87 % azotu są wydzielane pod postacią moczu. Ponieważ jednak zawartość azotu w substancji śluzowatej jest dosyć niska, to w obliczeniu na wagę substancji suchej wydalin ilość jej wypadnie znacznie większa (24.7 %).

Główna więc ilość azotu przypada na wydaliny rozpuszczalne w wodzie, t. j. na mocz. Pomimo, że określenie charakteru chemicznego związków azotowych moczu nie wchodziło w zakres moich poszukiwań, to jednak, ze względu na badania kalorymetryczne (p. niżej), było rzeczą ważną wyznaczenie w moczu zawartości azotu amonjakalnego. W ten sposób odróżniać będę z kolei dwie frakcje azotowe w moczu: azot amonjakalny i azot pozostały, który będziemy nazywali azotem związków organicznych moczu.

Tablica XVII.

Frakcje	Produkty przemiany materji	Ilość azotu frakcji przypadająca na sto gramów azotu wydalinowego g	Zawartość azotu w substancji %	Zawartość węgla w substancji %	Stosunek wagowy produktów przemiany %	C/N
Część nierozp. w wodzie	Substancja śluzowata	9,13	10,74	52,50	24,7	4,90
Część rozpuszcz. w wodzie	Substancja organiczna moczu	16,90	11,76	43,01	43,0	3,65
	Amonjak	73,97	82,25	—	32,3	—

Wobec dużej ilości amonjaku, stwierdzonej poraz pierwszy przez Pütter'a ('07) w wydalinach pijawek i — potwierdzonej w naszych analizach, nasuwała się przedewszystkiem możliwość, że część amonjaku jest produktem procesów rozpadowych, odbywających się poza organizmem. Dodawanie chloroformu do wydalin świeżo zebranych mogło zapobiedz gniciu, nie powstrzymałoby natomiast procesu rozpadowego o naturze enzymatycznej. Gdyby zjawisko ostatnio wspomniane zachodziło istotnie, to ilość azotu amonjakalnego powinnaby z biegiem czasu stopniowo się powiększać.

Wychodząc z tego założenia, w szeregu próbek wydalin świeżo zebranych, wyznaczałem co pewien czas azot całkowity metodą Kjeldahl'a i amonjak metodą Nenckiego i Zaleskiego ('01). Z trzech takich doświadczeń, zestawionych na tabl. XVIII, wypływa dowodnie, że

http://rcin.org.pl

w miarę stania wydalin w zetknięciu z chloroformem ilość azotu amonjakalnego nie ulega zmianie, o ile pominiemy nieznaczne w dwu kierunkach występujące wahania. Fakt ten dowodzi, że amonjak, wykrywany w wydalinach, nie powstaje poza organizmem wskutek rozpadu azotowych związków organicznych, lecz jest preformowany i jako taki — wydalany przez pijawki. Niezmienność azotu całkowitego jest ponadto dowodem, że z wydalin, przechowywanych w sposób powyższy, amonjak nie ulatnia się.

Tablica XVIII.

№ doświadczenia	Czas od chwili zebrania wydalin *h*	N amonjakalny w 100 *cm*³ wydalin *mg*	N całkowity w 100 *cm*³ wydalin *mg*
I	0	9,7	10,8
	24	9,6	—
II	0	11,2	13,8
	48	11,8	—
	96	11,8	13,9
III	0	10,8	13,1
	24	11,5	—
	72	11,4	13,0

Jak wykazuje nasza analiza azotowych produktów przemiany (tabl. XVII), na sto części azotu całkowitego przypada około 74% azotu amonjakalnego. Jeżeli wyłączymy z azotu całkowitego azot substancji śluzowatej i amonjak odniesiemy tylko do azotu frakcji rozpuszczalnej w wodzie, to przekonamy się, że więcej niż 80% azotu w moczu przypada na azot amonjakalny. Pozostałe około 20% azotu odpowiada związkom organicznym moczu, których natury chemicznej nie zdołaliśmy ustalić. Fakt ten świadczy o daleko posuniętej dezamidacji białka, biorącego udział w przemianie głodowej pijawek, i jest bezwątpienia bardzo ciekawym przyczynkiem do porównawczego ujęcia metabolizmu białkowych składników ciała.

Jak już wspomniałem powyżej, dla wyznaczenia azotu i węgla we frakcji organicznej moczu, przesącz po substancji śluzowatej odparo-

http://rcin.org.pl

wywałem na kąpieli wodnej do sucha. Ponieważ odparowywanie trwało dosyć długo, istniała więc możliwość, że część tych związków rozłoży się, uniemożliwiając ustalenie prawdziwego stosunku C/N.

W podjętych specjalnie w tym celu próbach postępowałem w ten sposób, że w jednej próbce wydalin świeżo zebranych, pozbawionych śluzu, określałem z różnicy między azotem całkowitym a azotem amonjakalnym ilość azotu organicznego, drugą zaś próbkę odparowywałem do sucha w parownicy, a w reszcie suchej wyznaczałem ilość azotu, pozostałego po odparowywaniu. Z kilku takich wyznaczeń wynika zgodnie, że ilość azotu w pozostałości suchej jest równa ilości azotu nieamonjakalnego w wydalinach świeżo zebranych. Dowodzi to oczywista, z jednej strony, że ilość azotu organicznego w czasie odparowywania nie ulega zmianie, z drugiej zaś — że wraz z wodą ulatnia się całkowicie azot amonjakalny, który prawdopodobnie występuje w moczu bądź w postaci amonjaku wolnego, bądź też —pod postacią nietrwałych związków amonowych, rozpadających się w temperaturze wrzenia wody.

W substancji suchej śluzu i moczu, otrzymanej w sposób powyższy, wyznaczałem popiół, azot i węgiel (ten ostatni — w bombie kalorymetrycznej metodą Diakowa ['13]). Liczby tablicy XVII obliczone zostały w stosunku do substancji organicznej.

Z liczb tych wynika, że substancja organiczna śluzu zawiera 10,74% azotu i 52,50% węgla. W substancji organicznej moczu znalazłem zaledwie 11,76% azotu i 43,01% węgla. Opierając się na tych liczbach i uwzględniając rozmieszczenie azotu organicznego i nieorganicznego (amonjakalnego) w wydalinach, możemy obliczyć stosunek węgla do azotu w moczu. Z obliczenia wynika, że aczkolwiek ilość azotu organicznego dosięga niespełna 20%, to jednak na jeden gram azotu w moczu przypada 0,679 *g* węgla[1]).

2. Intensywność rozpadu składników azotowych ciała.

Uzupełniając powyższą analizę produktów przemiany materji, podaję poniżej pewne dane, dotyczące szybkości rozpadu związków azotowych ciała.

W celu ustalenia przeciętnej szybkości metabolizmu składników azotowych ciała w stanie głodu, przeprowadziłem dwie serje doświadczeń, streszczone na tabl. XIX i XX. W serji pierwszej (tabl. XIX) wyznaczałem azot tylko w moczu; zatem azot substancji śluzowatej nie był całkiem uwzględniony. W pierwszych dwu doświadczeniach temperatura

[1]) Stosunek ten w moczu ssaków głodzonych jest prawie stały i wynosi przeciętnie około 0.76 (Rubner).

http://rcin.org.pl

otoczenia wynosiła 17° C, w następnych zaś—zwierzęta zostały przeniesione do temperatury 26° C. Z zachowania się produkcji azotu widzimy, że zwierzęta wydzielają w moczu w temperaturze niższej zaledwie 0,071 *mg N* w obliczeniu na jeden gram wagi żywej na dobę, następnie zaś, po podniesieniu temperatury, wydzielanie azotu wzrasta prawie trzykrotnie, opadając następnie do poziomu 0,149 *mg*. Nagły ponad normę przyrost produkcji azotu objaśniam raptownem podniesieniem temperatury: jest to zjawisko, które niejednokrotnie obserwowałem również w zakresie wymiany gazowej.

Tablica XIX.

Wydzielanie azotu w moczu.

Kultura pijawek V.

№ doświadczenia	Data	Czas trwania doświadczenia	Ilość zwierząt	Waga zwierząt	Ilość N, wydzielonego przez zwierzęta w czasie doświadczenia	Temperatura	Produkcja azotu	
							przez jedno zwierzę w ciągu doby	przez jeden gram wagi żywej w ciągu doby
		h		*g*	*mg*	°C	*mg*	*mg*
1	19—24.XI	120	45	36,85	13,1	17	0,058	(0,071)
2	24—29.XI	118	43	32,22	11,6	17	0,055	(0,073)
3	29.XI—2 XII	65	42	30,50	18,9	26	0,166	0,228
4	2—5.XII	80	41	28,91	11,8	26	0,086	0,122
5	5—9.XII	96	39	27,52	14,4	26	0,092	0,130
6	11—15.XII	96	36	25,11	13,8	26	0,096	0,137
7	15—18.XII	74	35	23,69	11,1	26	0,103	0,152
8	18—22.XII	96	34	23,19	10,3	26	0,088	0,111
9	22—26.XII	95	34	22,46	12,7	26	0,094	0,142
10	26—30.XII	95	33	21,16	14,4	26	0,110	0,168
								0,149

Wysokość produkcji azotu całkowitego, t. j. azotu, wydzielonego w moczu i pod postacią śluzu, jest w porównaniu z powyższem oczywiście większa. Serja następna (tabl. XX), w której wyznaczano azot całkowity wydalin, była prowadzona w stałej temperaturze 25° C. I tutaj również szybkość wydzielania azotu jest w doświadczeniach początkowych większa niż w doświadczeniach następnych, co również objaśniam nagłą reakcją zwie-

http://rcin.org.pl

rzęcia na podniesienie temperatury. W pozostałych ośmiu doświadczeniach stwierdzamy ustalenie się produkcji azotu i trwanie na jednym poziomie. Produkcja przeciętna w obliczeniu na jeden gram wagi żywej i na dobę wynosi 0,188 *mg* azotu.

Tablica XX.

Wydzielanie azotu całkowitego.

Kultura pijawek V. t = 25 °C.

№ doświadczenia	Data	Czas trwania doświadczenia	Ilość zwierząt	Waga zwierząt	Ilość N, wydzielonego przez zwierzęta w czasie doświadczenia	Produkcja azotu	
						przez jedno zwierzę w ciągu doby	przez jeden gram wagi żywej w ciągu doby
		h		*g*	*mg*	*mg*	*mg*
1	3–6.I	72	27	17,90	11,8	0,146	0,218
2	6–9.I	70	26	16,93	9,8	0,129	0,298
3	9–12.I	71	25	16,68	9,3	0,126	0,188
4	12–15.I	72	24	15,60	9,2	0,128	0,197
5	15–18.I	72	24	15,08	7,5	0,104	0,166
6	18–22.I	94	23	14,25	9,0	0,100	0,161
7	22–25.I	72	23	14,00	8,3	0,120	0,198
8	25–29.I	95	22	13,50	9,3	0,107	0,174
9	29.I–1.II	71	19	12,02	6,7	0,119	0,188
					Przeciętnie . .		0,188

Liczba ta, w porównaniu z szybkością przemiany azotowej u zwierząt ciepłokrwistych, jest dosyć wysoka, zwłaszcza, jeśli zważymy różnicę temperatur, w których rozpad związków azotowych w obu przypadkach zachodzi. Sprawa intensywności rozpadu azotowych składników ciała, pozostająca w ścisłym związku z natężeniem ogólnej przemiany materji, stanowi treść następnych rozdziałów.

IV. Przemiana węgla i azotu.

W rozdziale drugim ustaliłem natężenie procesów oddechowych w zależności od wielkości ciała, ulegającej stopniowej i stałej redukcji pod wpływem głodu. Wielkość ta, która w odniesieniu do jednostki wagi żywej jest stała, stanowi wypadkową sumy procesów rozpadowych,

http://rcin.org.pl

jakim ulegają jednocześnie trzy główne grupy związków organicznych: białka, tłuszcze i węglowodany. Określenie wysokości produkcji azotu i węgla w stanie głodu, będące przedmiotem poszukiwań poniżej podanych, pozwoli w przybliżeniu ocenić udział związków azotowych i bezazotowych w ogólnej przemianie materji.

Celem dokładnego ustalenia stosunku węgla i azotu i ich ilości bezwzględnych w całkowitej ilości produktów przemiany materji, doświadczenia musiały z natury rzeczy być prowadzone przez dłuższy przeciąg czasu. Dwie serje, które podaję poniżej, trwały każda po miesiącu.

Przez cały czas doświadczenia zwierzęta znajdowały się w szczelnie zamkniętym zbiorniku szklanym, w którym każdorazowo umieszczano około 100 cm^3 wody wodociągowej. W końcu każdego doświadczenia przez zbiornik przepuszczano powietrze czyste, całą zaś ilość dwutlenku węgla, wyprodukowanego przez zwierzęta, chwytano w rurach Pettenkofer'a. Wodę, w której zwierzęta żyły, zbierano dokładnie wraz z substancją śluzowatą i uzupełniano czystą wodą wodociągową w kolbie miarowej do pewnej objętości. W równych objętościach wydalin wykonywano następnie równoległe wyznaczenia trojakiego rodzaju: 1-o w połowie wydalin określano dwutlenek węgla, rozpuszczony w wodzie: w tym celu zakwaszoną słabym kwasem siarkowym wodę ogrzewano do wrzenia w kolbach Tangl'a w strumieniu czystego powietrza, zaś dwutlenek węgla absorbowano wodorotlenkiem barowym w rurach Pettenkofer'a; w oznaczeniu ślepem określano ponadto ilość CO_2, zawartą w identycznej ilości czystej wody wodociągowej; wyznaczoną w sposób powyższy ilość dwutlenku węgla, rozpuszczoną w wodzie, sumowano z ilością tegoż gazu, znalezionego w powietrzu: w ten sposób otrzymywano ogólną produkcję dwutlenku węgla; 2-o w tej samej części wydalin, która została zatem pozbawiona CO_2, rozpuszczonego w wodzie, wyznaczano następnie na drodze mokrej ilość węgla metodą Messinger'a i Tangl'a[1]: węgiel stałych produktów przemiany sumowano następnie z węglem, wydzielonym w postaci CO_2, i ustalano w ten sposób całkowitą produkcję węgla; 3-o w drugiej połowie wydalin określano zawartość azotu metodą Kjeldahl'a. Wszystkie wyznaczenia były wykonywane przynajmniej dwukrotnie i wyniki — obliczane na całkowitą ilość wydalin.

Pierwsza nasza serja, której zadaniem było ustalenie ilości i stosunku węgla i azotu w przemianie, obejmowała osiem doświadczeń, trwających każde po 3—4 dni (por. tabl. XXI). Ilość zwierząt, wynosząca

[1]) Por. pracę Tangl'a i Kereszty'ego ('11).

http://rcin.org.pl

początkowo 27, zmniejszyła się w końcu do 19, z powodu usunięcia w trakcie doświadczenia osobników słabszych. W doświadczeniach poszczególnych wyznaczano dwutlenek węgla w powietrzu i w wodzie, następnie węgiel oraz azot w stałych produktach przemiany; z sumy znalezionych w czasie doświadczenia węgla i azotu wyprowadzono następnie dla każdego doświadczenia stosunek C/N.

Tablica XXI.

Przemiana węgla i azotu.

Kultura pijawek V. t. = 25° C.

№ doświadczenia	Data	Czas trwania doświadczenia	Ilość zwierząt	Waga zwierząt	CO_2			C			N	C/N
					w powietrzu	w wodzie	produkcja ogólna	w CO_2	w wydalinach stałych	ogólna ilość w produktach rozpadu	w produktach rozpadu	
		h		*g*	*mg*	*mg*	*mg*	*mg*	*mg*	*mg*	*mg*	
1	3—6.I	72,0	27	17,90	100,7	19,2	119,9	32,7	16,6	49,3	11,8	4,18
2	6—9.I	69,5	26	16,93	94.6	11,8	106,4	29,0	10,6	39,6	9,8	4,04
3	9—12.I	71,0	25	16,68	79,3	11,5	90,8	24,7	9,2	33,9	9,3	3,64
4	12—15.I	72,0	24	15,60	77,2	11,2	88,4	24,1	7,2	31,3	9,2	3,40
5	18—22.I	93,7	23	14,25	100,8	19,6	120,4	32,8	6,5	39,3	9,0	4,37
6	22—25.I	72,0	23	14,00	85,1	14,1	99,2	27,1	9,1	36,2	8,3	4,36
7	25—29.I	95,5	22	13,50	116,7	18,9	135,6	37,0	10,4	47,4	9,3	5,10
8	29.I—1.II	71,5	19	12,02	62,5	14,4	76,9	21,0	4,4	25,4	6,7	3,80
							837,6	228,4	74,0	302,4	73,4	

Jak widzimy z ostatniej kolumny, wartość C/N w produktach przemiany waha się w doświadczeniach poszczególnych dosyć znacznie: wartość najmniejsza wynosi 3,40, zaś największa — 5,10. Różnice te są powodowane prawdopodobnie błędami analizy, w części zaś są, bez wątpienia, wyrazem istotnie zachodzących zmian w stosunku spalających się związków azotowych i bezazotowych.

Jeżeli weźmiemy pod uwagę ogólną ilość badanych produktów, wydzielonych przez zwierzęta w czasie trwania całej serji doświadczeń, to otrzymamy wartość przeciętną tego stosunku dla całego okresu badanego. Jak wynika z omawianej tablicy, zwierzęta wydzieliły w tym okresie 73,4 *mg* azotu i 302,4 *mg* węgla. Stąd przeciętny stosunek dla całego okresu głodowego wynosi 302,4 : 73,4 = 4,12, czyli na jeden

http://rcin.org.pl

gram azotu w wydalinach przypada 4,12 *g* węgla związków organicznych, które uległy rozpadowi.

Stwierdzenie powyższej wartości jest doskonałym wskaźnikiem udziału związków białkowych w przemianie. Wynika to bezpośrednio z porównania liczby, ustalonej powyżej, ze stosunkiem, w jakim występuje węgiel do azotu w cząsteczce białka (= 3,33): mianowicie na 4,12 części węgla wszystkich związków organicznych ciała przypada 3,33 części węgla pochodzenia białkowego. Na podstawie tych danych obliczamy, że w okresie głodu 3,33 × 100 : 4,12 = 80,8% węgla, zjawiającego się w produktach rozpadu, przypada na związki azotowe, pozostałe zaś 19,2% węgla odpowiada związkom bezazotowym. Oczywiście, w obliczeniu na ilości wagowe związków azotowych i bezazotowych, t. j. tłuszczów i glikogenu, stosunek ten będzie wyrażał się inną liczbą, bądź co bądź jednak już na zasadzie tej jednej serji doświadczeń możemy twierdzić, że udział związków azotowych w przemianie głodowej pijawek jest dosyć wybitny.

Tablica XXII.

Przemiana węgla, azotu i tlenu.

Kultura pijawek VI—B. t. = 25° C.

№ doświadczenia	Data	Czas trwania doświadczenia	Ilość zwierząt	Waga zwierząt	O_2	CO_2	C			N	C/N
					Zużycie ogólne	Produkcja ogólna	w CO_2	w wydalinach stałych	ilość ogólna w produktach rozpadu	w produktach rozpadu	
		h		*g*	*mg*	*mg*	*mg*	*mg*	*mg*	*mg*	
1	17 - 19.IV	40,5	85	78,10	283,9	287,2	78,3	30,7	109,0	19,7	5,53
2	20 - 22.IV	41,6	81	71,80	253,0	244,7	66,2	37,4	103,6	29,4	3,52
3	22 25.IV	58,7	79	68,83	296,6	287,8	78,4	18,9	97,3	25,1	3,98
4	27—29.IV	37,7	76	66,04	196,2	195,0	53,2	17,5	70,7	16,4	4,31
5	29.IV - 1.V	39,0	71	61,64	196,9	188,3	51,4	21,9	73,3	23,8	3,08
6	1—3.V	39,2	64	55,51	181,9	178,3	48,6	26,9	75,5	17,6	4,29
7	5—9.IV	81,2	60	49,15	280,0	292,7	79,8	20,6	100,4	38,5	2,61
8	9—13 IV	80,0	56	44,15	376,2	369,8	100,8	50,4	151,2	45,2	3,35
9	13 - 16.V	64,5	49	37,85	215,5	203,3	55,4	21,1	76,5	27,4	2,79
					2280,2	2247,1	612,1	245,4	857,5	243,1	

Jeszcze bardziej przekonywające rezultaty w tym kierunku osiągnęliśmy w drugiej serji (tabl. XXII), obejmującej ogółem dziewięć doświadczeń, które trwały razem miesiąc czasu. Serja ta z tego względu

http://rcin.org.pl

jest bardziej kompletna, że prócz węgla i azotu oznaczałem również zużycie tlenu, zatem obok stosunku C/N w produktach była równolegle badana wymiana gazowa. W celu osiągnięcia dokładniejszego wyniku analiz do doświadczeń wzięto znacznie większą ilość zwierząt.

Co się tyczy ilości węgla i azotu w produktach rozpadu, to stosunek tych dwu pierwiastków ujawnia wahania jeszcze znaczniejsze niż w serji poprzedniej: najmniejszą wartość stwierdzono w doświadczeniu siódmem (2,61), największą zaś (5,53) w doświadczeniu pierwszem. Biorąc ilości węgla i azotu sumaryczne, wydzielone przez cały czas trwania serji, otrzymamy ilość N = 243,1 *mg* i ilość C = 857,5 *mg*. Przeciętny zatem stosunek C/N dla całej serji doświadczeń wynosi 3,53.

Liczba ta jest znacznie niższa niż w serji poprzedniej (4,12) i wskazuje na to, że zwierzęta badane rozłożyły stosunkowo mniejszą ilość składników bezazotowych. Jeżeli zważymy znowu, że w białku pijawek na jeden gram azotu przypada 3,33 *g* węgla, to dojdziemy do wniosku, że w serji badanej aż 3,33 × 100 : 3,53 = 94,3% węgla produktów rozpadu przypada na związki o charakterze białkowym. Ostatnia serja doświadczeń jeszcze bardziej utwierdza w przekonaniu, że związki bezazotowe odgrywają rolę zaledwie podrzędną w procesach przemiany materji.

Bliższe jednak zbadanie roli poszczególnych składników organicznych, zwłaszcza stosunku, w jakim ulegają rozpadowi trzy główne grupy związków organicznych, będzie stanowiło treść rozdziału następnego. Bądź co bądź jednak doświadczenia dotychczasowe wysuwają na plan pierwszy rolę związków białkowych.

Wobec powyższego jest jasnem, że stwierdzona przez nas (p. str. 22) wartość współczynnika oddechowego (RQ=0,706) zależy przedewszystkiem od stopnia i charakteru rozpadu cząsteczki białkowej, gdyż związki bezazotowe wobec nikłego ich udziału w przemianie materji nie mogą mieć wpływu wybitnego na wartość współczynnika oddechowego. W celu jednak ściślejszego określenia wartości współczynnika oddechowego dla związków białkowych, w serji ostatniej doświadczeń badałem przemianę węgla i azotu w łączności z wymianą gazową.

Obliczenia oparłem na wynikach, przedstawionych na tabl. XXII, biorąc w rachubę ilość całkowitą węgla, azotu, dwutlenku węgla i tlenu, znalezione w ciągu całego czasu trwania serji. W obliczeniach tych wyszedłem z założenia, które jednak na rezultat ostateczny nie może mieć wpływu wybitnego: przyjęłem mianowicie, że całkowita ilość węgla niebiałkowego przypada na glikogen, który zatem równolegle z białkiem ulega rozpadowi. Oparłszy się na tem założeniu, obliczyłem, że z ogólnej ilości węgla (= 857,5 *mg*), znalezionego w produktach prze-

http://rcin.org.pl

miany, 809,5 *mg* (243,1 × 3,33) przypada na związki białkowe, zaś tylko 48,0 *mg* odpowiada t. zw. węglowi „pozostałemu", t. j. węglowi związków bezazotowych. Tej ilości węgla niebiałkowego odpowiada, w razie wyłącznego spalania się glikogenu obok białka, 128,0 *mg* tlenu zużytego i 176,0 *mg* wydzielonego dwutlenku węgla. Odejmując następnie ilości gazów, przypadające na oksydację glikogenu, od ogólnej ilości dwutlenku węgla i tlenu, które znalazłem bezpośrednio w doświadczeniu, otrzymamy 2071,1 *mg* CO_2 i 2152,2 *mg* O_2; tej ilości gazów odpowiada 1,614 *g* (0,2431 × 6,64) białka, które uległo rozpadowi w czasie trwania całej serji głodowej. Przeliczając następnie ilości wagowe na normalne centymetry sześcienne gazów, otrzymamy wartość współczynnika oddechowego dla związków białkowych: RQ = 1052,1 : 1,5044 = 0,686.

Widzimy więc, że współczynnik oddechowy dla ciał białkowych pijawek jest stosunkowo bardzo niski, wiadomo bowiem, że liczne bardzo badania[1]), przeprowadzone na zwierzętach ciepłokrwistych, stwierdziły, że wartość współczynnika oddechowego białka jest dla tych zwierząt znacznie wyższa, wynosi bowiem około 0,81. Fakt powyższy stanowi zupełnie wyraźną wskazówkę w tym kierunku, że charakter chemiczny rozpadu cząsteczki białkowej jest inny niż u badanych dotąd zwierząt homojotermicznych. Na czem polega ta różnica, trudno na razie orzec, ponieważ nie znamy przemiany wszystkich pierwiastków cząsteczki białkowej.

Nie przesądzając na razie sposobu interpretowania faktu powyższego, musimy jednak zwrócić uwagę na różnorodność, z jaką według wszelkiego prawdopodobieństwa odbywa się przemiana związków białkowych w szeregu różnych grup zwierząt pojkilotermicznych. Ważny przyczynek w tej kwestji stanowią badania Szwajsówny ('16) nad przemianą materji larw mącznika (*Tenebrio molitor*). Porównawcze ujęcie przemian, jakim ulega cząsteczka białkowa w różnych grupach zwierząt zmiennocieplnych, byłoby rzeczą ze wszech miar ważną i ciekawą.

V. Rozpad organicznych składników ciała.

Wobec wyników, otrzymanych w rozdziale poprzednim, które świadczą o wybitnym rozpadzie związków azotowych w stanie głodu, było rzeczą ważną ustalenie udziału, jaki w przemianie materji pijawek biorą trzy różne pod względem chemicznym i fizjologicznym grupy

[1]) Por. pracę Zuntz'a ('97).

http://rcin.org.pl

związków organicznych: białka, tłuszcze i węglowodany. Doświadczenia, o których mowa była powyżej, nasuwały prawdopodobne przypuszczenie, ze udział stosunkowy tych związków w przemianie materji pijawek jest zgoła odmienny, niż u zwierząt ciepłokrwistych, studjowanych bliżej w tym kierunku.

Dla osiągnięcia w kwestji powyższej wyników bardziej pozytywnych niż te, które wypływają z doświadczeń nad przemianą węgla i azotu, badałem rozpad składników ciała, obliczając wysokość strat z różnicy między ilością bezwzględną składników organicznych ciała w dwu momentach: przed rozpoczęciem głodzenia i po upływie tego okresu.

Tablica XXIII.

Kultura pijawek VI—BB$_1$. $t = 25^0$.

Składniki ciała	Procentowy skład chemiczny ciała		Skład chemiczny stu zwierząt		Straty (—) składników ciała w okresie głodzenia
	Na początku okresu głodzenia	Po upływie 30 dni głodzenia	Na początku okresu głodzenia	Po upływie 30 dni głodzenia	
	%	%	g	g	g
Waga żywa	—	—	92,55	77,47	15,08
Substancja sucha . . .	16,31	17,39	15.095	13,472	— 1,623
Popiół	0,87	1,02	0,805	0.790	— 0,015
Azot	2,16	2,29	1,999	1,774	— 0,225
Węgiel	8,34	8,67	7,719	6,717	— 1,002
Tłuszcze (wyciąg naft.-eter.)	0,755	0,965	0,699	0,748	+ 0,049
Glikogen	0,812	0,435	0,752	0,337	— 0,415

Postępowanie polegało na tem, że zwierzęta, przeznaczone do doświadczeń, dzielono na dwie równe porcje: jedną z nich analizowałem, wyznaczając zawartość procentową substancji suchej, popiołu, azotu, tłuszczów i glikogenu, drugą zaś—po zważeniu, głodzono przez pewien czas. Po upływie określonego czasu, w ciągu którego zmieniano stale wodę, zwierzęta ważono powtórnie i wyznaczano w nich zawartość wszystkich wymienionych powyżej składników.

Jedno z takich doświadczeń wyszczególniono na tab. XXIII. Okres głodzenia rozpoczęto d. 17 kwietnia 1913 r.; w jednej porcji zwierząt wyznaczono zawartość podanych na tablicy składników i wyniki wyliczono w procentach wagi żywej, drugą zaś porcję, składającą się z 85 zwierząt, któ-

http://rcin.org.pl

re ważyły razem 78,67 *g*, pozostawiono bez pokarmu. Dn. 15 maja, t. j. po upływie 30 dni, doświadczenie przerwano i zwierzęta w ilości 48 sztuk, ważących 37,36 *g*, zanalizowano. Wyniki są obliczone w procentach wagi żywej, prócz tego zaś—w celu określenia strat bezwzględnych, obliczono ilość wyznaczonych składników w stu zwierzętach na początku i po upływie trzydziestodniowego okresu głodzenia.

Jak wynika z tablicy, sto zwierząt straciło w czasie doświadczenia 15,08 *g* = 16,3% wagi początkowej, ilość zaś substancji suchej, która uległa zużyciu, wynosi 1,623 *g* = 10,7% ilości początkowej; przyczyną tej nierównomierności strat jest więc stosunkowo większa redukcja wody, niż substancyj stałych, co wyraziło się w zwiększeniu się procentowej zawartości substancji suchej w końcu doświadczenia. Zresztą przyrost procentowy substancji suchej w stanie głodu nie jest, jak przekonamy się w następnem doświadczeniu, zjawiskiem stałem. Pozatem, należy zanotować niewielką stratę (0,015 *g*) składników mineralnych.

Ważniejsze natomiast zmiany zachodzą w składnikach organicznych: wszystkie one, wyjąwszy tłuszcze, ujawniają straty. Ilość natomiast tłuszczów uległa nieznacznemu przyrostowi (0,049 *g*); wobec tego jednak, że liczba ta jest niewielka, skłonni jesteśmy uważać przyrost stwierdzony za wynik raczej błędu metodycznego, tembardziej, że doświadczenie następne wykazuje nie przyrost, lecz stratę tłuszczów.

Wszystkie inne składniki ujawniają straty: mianowicie, w azocie—0,225 *g*, (a zatem w białkach—1,494 *g*) i w glikogenie—0,415 *g*. Jeżeli przyjmiemy, że ilość tłuszczów pozostała bez zmiany, to obliczając procentowy udział w przemianie dwu powyższych składników, stwierdzimy, że na sto części wagowych substancji organicznej, ulegającej rozpadowi w czasie głodu, 78,3 części przypada na ciała białkowe, pozostałe zaś 21,7—na związki bezazotowe, ściślej mówiąc—na glikogen. Przekonywamy się więc, że doświadczenie obecne potwierdza w zupełności poprzednie obserwacje nad przemianą węgla i azotu.

Drugie doświadczenie, w tym samym celu przedsięwzięte, przeprowadziłem szczególniej starannie. Ponieważ kwestja udziału tłuszczów nasunęła, jak wzmiankowałem, pewne wątpliwości, w obecnem doświadczeniu wyznaczałem tłuszcze nie sposobem ekstrakcyjnym, lecz metodą Liebermann'a, Kumagawy i Suty: zawartość w materjale badanym tłuszczów obliczałem, mnożąc znalezioną ilość kwasów tłuszczowych przez współczynnik 1,78 (p. rozdział pierwszy, str. 5).

Okres głodu trwał znacznie dłużej, niż w doświadczeniu poprzedniem, wynosił bowiem ogółem 7 miesięcy i 14 dni (24 lipca 1914 r. —

http://rcin.org.pl

3 marca 1915 r. = 224 dni); w tym czasie zwierzęta znajdowały się w temperaturze zmiennej, wahającej się w granicach 15—25° C. Początkowe ilości zwierząt, wynosząca 93 sztuki (54,47 *g*), zredukowała się w końcu doświadczenia, wskutek wymarcia osobników słabszych, do 63 egzemplarzy (25,21 *g*), czyli, że w ciągu całego okresu głodu zwierzęta straciły na wadze około 32%.

Tablica XXIV.

Kultura pijawek VIII—AA$_1$. t = 15-25°.

Składniki ciała	Procentowy skład chemiczny ciała		Skład chemiczny stu zwierząt		Straty składników ciała stu zwierząt w 224-dniowym okresie głodzenia
	Na początku okresu głodzenia	Po 224 dniach głodzenia	Na początku okresu głodzenia	Po 224 dniach głodzenia	
	%	%	*g*	*g*	*g*
Waga żywa	—	—	58,56	40,02	18,54
Substancja sucha . . .	19,33	15,16	11,320	6,067	5,253
Azot	2,39	1,77	1,399	0,708	0,691
Tłuszcze (kw. tłuszcz. × 1,78)	1,21	0.847	0.709	0.339	0,370
Glikogen	1,23	0,624	0.720	0,250	0,470

Odpowiednio do redukcji ogólnej wagi żywej, wszystkie bez wyjątku składniki ciała ujawniły straty dosyć znaczne: w ich liczbie substancja sucha w stu zwierzętach wykazała stratę, równą 5,253 *g*, co odpowiada prawie połowie (46,4%) ilości początkowej. W zestawieniu z wielkością spadku wagi żywej (32%) wynika, że w doświadczeniu obecnem zwierzęta straciły stosunkowo więcej części stałych niż wody, czyli stały się bardziej obfite w wodę. Co się tyczy składników organicznych, to wykazują one straty następujące: azotu 0,691 *g*, glikogenu 0,470 *g* i tłuszczów 0,370 *g*; w danym przypadku strata tłuszczów stanowi pokaźną pozycję (52,2%) deficytu.

Z danych doświadczenia, będącego w mowie, została zestawiona tabl. XXV, w której, po przeliczeniu azotu na białko, są podane straty składników organicznych ciała, wyrażone w gramach. Przyjmując, że azot przypada niepodzielnie na białko, i robiąc przypuszczenie dodatkowe, że prócz białka, tłuszczów i glikogenu, żadne inne składniki nie biorą w przemianie materji udziału, obliczyłem udział procentowy tych trzech kategoryj składników w ogólnym bilansie strat organicznych.

http://rcin.org.pl

Liczby te stanowią najzupełniejsze potwierdzenie ogólnego wyniku doświadczenia poprzedniego, jak również — doświadczeń nad przemianą węgla i azotu. Jak wypływa z ostatniej kolumny tejże tablicy, związki białkowe ciała stanowią główny materjał, którego kosztem odbywa się głodowa przemiana materji pijawek: z ogólnej sumy strat, więcej niż $^4/_5$ przypada na białko (84,5%), gdy natomiast związki bezazotowe biorą udział w ilości zaledwie 15,5% rozpadu ogólnego, w tem — związki tłuszczowe (6,8%) i glikogen (8,7%) jednakowe prawie pod względem ilościowym posiadają znaczenie.

Tablica XXV.

Straty składników organicznych ciała ujawnione przez sto zwierząt w 222-dniowym okresie głodu.

Kultura pijawek VIII—AA₁.

Składniki ciała	Straty w gramach	Udział składników w stratach substancji organicznej %
Białko (N × 6.64)	4,588	84,5
Tłuszcze	0,370	6,8
Glikogen	0,470	8,7
W sumie . .	5,428	100,0

W celu porównania wszystkich wyników dotychczasowych, dotyczących roli białka, zestawiłem na tabl. XXVI, obok rezultatów dwu ostatnich doświadczeń, wyniki ogólne doświadczeń poprzednich nad przemianą węgla i azotu. Dane, dotyczące tej ostatniej grupy doświadczeń, zużytkowałem w ten sposób, że t. zw. węgiel „pozostały", czyli węgiel, przypadający na związki bezazotowe, przeliczyłem na jednostki wagowe tłuszczów i glikogenu, przyjmując, że substancje te biorą w procesach rozpadowych jednakowy udział procentowy.

Wszystkie cztery serje doświadczeń doprowadziły drogami odmiennemi do zgodnego rezultatu, wykazującego niezmiernie intensywny rozpad związków białkowych w stanie głodu: na sto części wagowych substancji organicznej, ulegających rozpadowi, od 78,3 do 95,2 części przypada na związki białkowe. Możemy przyjąć jako fakt stwierdzony, że około 85% rozpadu od-

http://rcin.org.pl

bywa się kosztem białka, natomiast na związki bezazotowe przypada w bilansie ogólnym zaledwie 15%.

Jakiejkolwiekbądź wyraźnej zależności między długością okresu głodzenia a szybkością względną rozpadu białka ustalić niepodobna: zwierzęta, ważące średnio 0,58 i 1,01 *g*, rozkładają odpowiednio 84,5 i 83,2 procentów białka (tabl. XXVI). O ile na podstawie moich doświadczeń, w których zakres wchodzą również badania respiracyjne nad zachowaniem się współczynnika oddechowego, sądzić mogę, stopień udziału białka w ogólnej przemianie materji nie zależy od długości okresu głodu, ponieważ zwierzęta, posiadające różną wskutek głodzenia wielkość ciała i znajdujące się zatem w różnym stanie odżywiania, stale wykazują jednakową wartość współczynnika oddechowego (p. str. 22).

Tablica XXVI.

№ kolejny	Kultura pijawek	Odnośna tablica w tekście	Typ doświadczenia	Straty w gramach		Udział białka w wymianie materji w stanie głodu
				Białko	Tłuszcze i glikogen	%
1	VI.BB$_1$	XXIII	Analiza składników ciała	1,494	0,415	78,3
2	VIII.AA$_1$	XXV	Analiza składników ciała	4,588	0,840	84,5
3	V	XXI	Przemiana węgla i azotu	0,487	0,099	83,2
4	VI.B	XXII	Przemiana węgla i azotu	1,614	0,092	95,2
						85,3%

Na podstawie powyższego możemy więc uważać pijawki za zwierzęta o wybitnie białkowym typie przemiany materyi.

Inny jeszcze rys zasadniczy metabolizmu głodowego pijawek, wypływający bezpośrednio z poprzednich przesłanek, pragnęlibyśmy tutaj podnieść.

Jak to zostało stwierdzone w rozdziale pierwszym, zawartość głównych związków organicznych w ciele pijawek jest prawie niezmienna u zwierząt różnej wielkości i nie zależy od długości trwania okresu głodu. Jeżeli natomiast w długo trwającym głodzie szybkość stosunkowa rozpadu białka i związków bezazotowych nie ulega zmianom jednokierunkowym, to tylko w tym przypadku nie nastąpi zmiana jednostronna składu chemicznego pijawek, jeżeli związki azoto-

http://rcin.org.pl

we i bezazotowe biorą udział w przemianie materji w tym samym stosunku ilościowym, w jakim występują w ciele zwierząt.

Przypuszczenie to w głównych zarysach znajduje potwierdzenie w naszych badaniach. Z jednej strony, z dwunastu analiz, wykonanych na pijawkach różnego pochodzenia i o różnym stanie odżywiania (por. tabl. IV), wynika, że w substancji organicznej ciała białka występują w ilości przeciętnie 90%, zaś pozostałe 10% odpowiadają związkom bezazotowym. Z drugiej zaś strony, w zjawiskach rozpadu głodowego te same grupy składników biorą udział w stosunku następującym: białka — w ilości 85%, zaś związki bezazotowe — 15%. Stąd wynika, że 90% zawartości białka w substancji organicznej ciała odpowiada 85% udział białka w przemianie materji.

Gdyby wynik powyższy należało interpretować dosłownie, to z liczb tych wypływałoby, że równomierność rozpadu składników organicznych ciała jest posunięta do pewnych jedynie granic. Istotnie, liczba, wyrażająca przemianę białkową, jest o 5% mniejsza od zawartości tego składnika w ciele. Wynikałoby stąd, że w miarę trwania głodu powinnoby raczej nastąpić zaoszczędzenie składników białkowych ciała, które po upływie dłuższego czasu doprowadziłoby do tego, że zwierzęta stałyby się uboższe w związki bezazotowe, bardziej bogate natomiast w białko.

O przesuwaniu się stosunku tych składników na korzyść białka nie mogliśmy jednak przekonać się na podstawie analiz zwierząt, które znajdowały się w różnym, najbardziej nawet daleko posuniętym stanie głodu. Analizy, których wyniki podałem na tabl. IV, najzupełniej wykluczają przypuszczenie, jakoby skład chemiczny ciała w miarę trwania głodu zmieniał się zasadniczo w kierunku redukcji stosunkowej związków bezazotowych. Porównywując zawartość białka w zwierzętach różnej wielkości, a więc — począwszy od największych, ważących 4,64 *g*, i kończąc na pijawkach dziesięciokrotnie mniejszych (0,40 *g*), moglibyśmy liczby odnośne interpretować jako wynik przesuwania się stosunku raczej na niekorzyść, niż na korzyść białka. W każdymbądź razie różnice te są, jak w jednym tak i w odwrotnym kierunku, bardzo nieznaczne i znajdują się, być może, w granicach bądź sprawności metód, bądź zmienności biologicznej zwierząt, tak, iż stwierdzenie wybitnej równomierności udziału składników ciała w metabolizmie głodowym uważać możemy za udowodniony dostatecznie wynik naszych poszukiwań.

Tylko równomierność rozpadu poszczególnych składników organicznych ciała może gwarantować względną stałość

http://rcin.org.pl

składu chemicznego zwierząt w różnych okresach głodu. Równomierność ta jest dosyć daleko posunięta, i na podstawie tego faktu, być może, objaśnić będziemy mogli zdolność znoszenia bez zaburzeń czynnościowych niezwykle długiego okresu głodu, w czasie którego wielkość ciała ulega wielokrotnej redukcji z zachowaniem jednak stałego stosunku głównych składników organicznych ciała.

---

http://rcin.org.pl

CZĘŚĆ II.

Przemiana energji w czasie głodu.

W części poprzedniej niniejszych poszukiwań, których treść stanowiły doświadczenia nad przemianą materji, doszliśmy do pewnych uogólnień, ujmujących z ilościowego i jakościowego punktu widzenia zmiany, które zachodzą pod wpływem głodu. W charakterystyce natężenia metabolizmu głodowego stwierdziliśmy zależność stopy rozpadu li tylko od aktualnej wielkości ciała; natomiast w badaniach nad zmianami chemicznemi ciała ustaliliśmy wybitnie białkowy charakter przemiany materji, podkreślając jako cechę istotną przemiany głodowej równomierność i jednostajność rozpadu wszystkich organicznych składników ciała.

Fakty te, w zestawieniu z ogólnym obrazem wiadomości o przemianach materjalnych zwierząt ciepłokrwistych tak odmienne, wymagały pogłębienia z punktu widzenia energetycznego. Wyświetlenie związku między chemizmem a energetyką procesów rozpadowych, wykrycie racji fizjologicznej procesów energetycznych w zjawiskach życiowych zwierząt pojkilotermicznych stanowi niezawodnie jedno z najciemniejszych i w chwili obecnej — najważniejszych zagadnień fizjologji porównaczej.

W literaturze dotychczasowej, dotyczącej zwierząt zmiennocieplnych, nie spotykamy prac, w których, w sposób wyczerpujący, z oparciem się na pomiarach bezpośrednich, poszukiwanoby związku między zmianami chemicznemi a stroną energetyczną tych zmian: przedmiotem badań była[1]), biorąc naogół, albo wyłącznie produkcja cieplna bez związku z przekształceniami chemicznemi składników ciała, albo też — mierzono zmiany energetyczne, mając na względzie zagadnienia, nie wchodzące bezpośrednio w zakres porównawczej przemiany materji i energji. Odnośne badania prawie że sprowadzają się do prac następujących autorów: Krehl'a i Soetbeer'a ('99) nad zachowaniem się przemiany

[1]) Wyjątek stanowią tutaj wykonae w latach ostatnich prace nad energetyką w związku z metabolizmem tkanki mieśniowej (Hill, Parnas'18 i in.) u płazów.

http://rcin.org.pl

energji u gadów pod wpływem temperatury; Hill'a (11) pomiary produkcji cieplnej kilku zwierząt pojkilotermicznych, wykonane w kalorymetrze, skonstruowanym przez autora; następnie — prace Lesser'a ('13) nad energetyką procesów anoksybiotycznych u żaby, poszukiwania Schulte'go i Krummacher'a ('16) nad zmianami energetycznemi ciała glist w stanie głodu i wreszcie — badania nad energetyką rozwoju, przeprowadzone przez Bohr'a i Hasselbalch'a ('03), Meyerhoff'a ('11), Tangl'a i jego uczniów ('02—'09).

Poza badaniami powyższemi spotykamy w literaturze luźne tylko i sporadyczne przyczynki. Brak pomiarów bezpośrednich produkcji cieplnej w związku chociażby tylko z wymianą gazową u przedstawicieli różnych grup zwierząt pojkilotermicznych uniemożliwia również wykorzystanie w tym kierunku dosyć licznych badań oddechowych, ponieważ w większości przypadków nie jest znana wartość współczynników kalorycznych obu składników wymiany gazowej. Zwykle zaś w zestawieniach porównawczo-fizjologicznych posługiwano się współczynnikami, wyprowadzonemi z doświadczeń nad zwierzętami homojotermicznemi. (por. Tigerstedt '14). Postępowanie takie jest jednak, jak przekonałem się w toku badań, nietylko zupełnie nieuzasadnione, lecz z gruntu mylne, gdyż wartość współczynników kalorycznych dla zwierząt przeze mnie badanych jest zgoła inna i przeto winna być w każdym poszczególnym przypadku ustalana osobno.

Ujęcie z punktu widzenia energetycznego wyników, otrzymanych w pierwszej części pracy niniejszej, może być osiągnięte, oczywiście, dopiero po ustaleniu natężenia przemiany energji w warunkach doświadczenia i po wyświetleniu związku, jaki zachodzi między rozpadem składników organicznych ciała a ilością energji, która wyzwala się w czasie procesów desasymilacyjnych. Dlatego też w części niniejszej poszukiwań podaję wyniki, dotyczące pomiarów natężenia przemian energetycznych w stanie głodu, wyznaczeń fizjologicznego ciepła spalania organicznych składników ciała i wyliczeń współczynników kalorycznych. Wobec znaczenia doniosłego ciał białkowych w przemianie głodowej pijawek, energetyka dezasymilacji cząsteczki białkowej stanowi punkt ciężkości doświadczeń i rozważań.

Ilość produkowanej przez zwierzęta energji mierzyłem w badaniach niniejszych dwiema metodami: bezpośrednią — mierząc energję pod postacią cieplną w kalorymetrze Tangl'a ('13) i—pośrednio, obliczając produkcję cieplną ze straty energji chemicznej, jaką ujawniają składniki ciała w czasie rozpadu.

http://rcin.org.pl

Konstrukcja kalorymetru została opisana szczegółowo w niedawno opublikowanej pracy Tangl'a ('13). Nie wchodząc w opis detaliczny sposobu prowadzenia doświadczeń i wykonywania pomiarów, zaznaczę tylko, że zwierzęta były umieszczane w jednym z dwu zbiorników kalorymetru, w drugim zaś znajdowała się spiralka z cienkiego drutu konstantanowego o małym oporze, przez którą przepływał prąd elektryczny o stałem natężeniu, mierzonem z pomocą czułego miliamperomierza.

Dokładne skompensowanie ciepła, produkowanego przez zwierzęta, polegające na wyrównaniu temperatur w obu zbiornikach kalorymetrycznych i — na trwałem ustawieniu obrazu galwanometru na punkcie zerowem skali, napotyka znaczne trudności z powodu ustawicznych zmian i wahań w natężeniu produkcji cieplnej. Z tego względu natężenie prądu, kompensującego produkcję cieplną, ustala się w przybliżeniu, wprowadzając następnie w obliczeniach poprawkę, empirycznie określoną, — na odchylenie od punktu zerowego i na szybkość ruchu obrazu galwanometrycznego w obie strony od punktu równowagi cieplnej.

W doświadczeniach poniższych zostały uwzględnione i zużytkowane te tylko pomiary, w których poprawka na odchylenie oraz ruchy obrazu galwanometru nie przekraczała 25% wielkości mierzonej (por. tabl. XXVII i następne).

Ze względu na konieczność wprowadzania wielorakich i dosyć złożonych poprawek w przypadku przepuszczania przez zbiornik prądu świeżego powietrza, doświadczenia prowadziłem bez odświeżania w przestrzeni szczelnie zamkniętej. Z tej przyczyny, jak również z powodu zetknięcia się zwierząt zaraz po włożeniu do kalorymetru z szorstką powierzchnią wewnętrzną zbiornika, wykonywały one, zwłaszcza na początku doświadczenia, dosyć gwałtowne ruchy. Temi nienaturalnemi do pewnego stopnia warunkami, w jakich znajdowały się zwierzęta w czasie doświadczenia, objaśniam po części pewne, w niektórych serjach doświadczeń nawet dosyć znaczne wahania w produkcji cieplnej zwierząt. Brak powyższy był natomiast zupełnie usunięty z doświadczeń, w których produkcję cieplną mierzyłem metodą kalorymetrji pośredniej.

Ciepło spalania substancyj badanych mierzyłem w bombie kalorymetrycznej Berthelot'a (systemu Mahler'a), wyplatynowanej wewnątrz. Objętość bomby była równa około 80 cm^3. Wartość wodna bomby wraz z częściami metalowemi aparatury odpowiadała 210.0 *kal. g.*, ilość zaś wody w naczyniu wewnętrznem wynosiła stale 1 *kg*. Temperaturę wody w czasie pomiaru odczytywano co pół minuty. Po-

http://rcin.org.pl

prawka na zmianę temperatury w stosunku do otoczenia była obliczana według wzoru Regnault'a i Pfaundler'a z pominięciem, ze względów, podanych w pracy Jäger'a i Steinwehr'a ('05), wyrazu, wprowadzonego do rzeczonego wzoru przez Stohmann'a i in. ('99). Powstały po spaleniu substancji CO_2 chwytałem w rurkach z wapnem sodowanem, przeliczając wyniki ważeń na węgiel.

I. Produkcja cieplna.

W grupie podanych poniżej doświadczeń, chodziło mi głównie o określenie natężenia produkcji cieplnej pijawek w stanie głodu. Ponieważ produkcja cieplna zwierząt jest dokładnym wykładnikiem sumy przemian energetycznych, stąd pomiary ilości ciepła mogą dać pojęcie o granicach, w jakich obracają się potrzeby energetyczne zwierząt głodzonych. Nawiązanie natomiast łączności pomiędzy ogólną stratą energji a udziałem i wydajnością energetyczną składników palnych ciała stanowi treść rozdziału następnego.

Muszę jednak już tutaj zaznaczyć, że pomiary, wykonane bezpośrednią metodę kalorymetryczną, zadowolić mogą jedynie częściowo. Przedewszystkiem dlatego, że z powodu powyżej wspomnianych warunków doświadczenia wahania w produkcji cieplnej zwierząt okazały się dosyć znaczne. Następnie zaś, wskutek niemożności przeprowadzenia pomiarów cieplnych jednocześnie z pomiarami oddechowemi, nie mogłem w tych doświadczeniach ustalić stosunku ilościowego pomiędzy produkcją cieplną a wymianą gazową. Pomimo te braki podaję poniżej wyniki doświadczeń, w których starałem się ustalić jedynie granice, w jakich waha się przemiana głodowa pijawek.

Cztery serje pomiarów cieplnych były przeprowadzone na zwierzętach różnej wielkości, pochodzących z kultur I—IV. Zwierzęta kultury II (tabl. XXVIII) były szczególnie duże, ważyły przeciętnie 4,22 *g*; były one poprzednio dobrze odżywiane, na co wskazywała obecność krwi w jelicie wielu osobników. Pijawki pozostałych kultur nie różniły się wybitnie wielkością, ważyły od 2,1 do 2,6 *g* i znajdowały się w stanie daleko posuniętego głodu.

Tablice XXVII i XXXI przedstawiają wyniki pomiarów produkcji cieplnej z podaniem ilości zwierząt badanych i ich wagi, z wymienieniem temperatury i czasu trwania doświadczenia; ilość ciepła „skompensowana" oznacza ciepło wytworzone w spiralce oporowej przez prąd elektryczny, poprawka zaś ze znakiem odjemnym lub dodatnim oznacza ilość ciepła, potrzebną dla dokładnego wyrównania temperatur w obu

http://rcin.org.pl

zbiornikach i dla doprowadzenia obrazu galwanometru do punktu zerowego skali. Na wszystkich odnośnych tablicach podane również zostały obliczenia produkcji cieplnej w odniesieniu na jedno zwierzę i na jeden gram wagi żywej na dobę.

Jeżeli weźmiemy pod uwagę doświadczenia poszczególne w oddzielnych serjach, przeprowadzone na zwierzętach z jednej kultury, to stwierdzimy prawie wszędzie znaczne wahania w natężeniu produkcji cieplnej; są one stosunkowo najmniejsze w kulturze czwartej. Wahania te, jak wspomnieliśmy, zależą w pierwszym rzędzie od ruchliwości, jaką zwierzęta zwykle ujawniają w pierwszych godzinach po przeniesieniu ich do kalorymetru: czynnika tego, niestety, nie można było opanować i dlatego wyniki nasze możemy opierać jedynie na liczbach przeciętnych, wyprowadzonych z doświadczeń każdej seryj.

Na tabl. XXX zestawione są przeciętne czterech seryj doświadczeń,

Tablica XXVII.

Kultura pijawek I.

№ doświadczenia	Data	Czas trwania doświadczenia	Ilość zwierząt	Waga zwierząt	Temperatura	Ilość ciepła				
						skompensowana	jako poprawka na odchylenie od punktu zerowego	wyprodukowana w czasie doświadczenia	przez jedno zwierzę na dobę	przez gram wagi żywej na dobę
		h		*g*	°C	*kal. g*	*kal. g*	*kal. g*	*kal. g*	*kal. g*
1	1.VII	7,8	43	100,69	24,1	108,2	+ 55,3	163,5	11,69	4,99
2	4.VII	9,2	45	108,90	24,1	97,1	— 13,0	84,1	4,88	2,02
3	5.VII	16,5	45	108,90	23,8	145,6	+ 30,4	176,0	5,69	2,35
4	10.VII	23,5	36	84,65	22,2	252,4	— 63,5	188,9	5,36	2,28
									6,90	2,91

dotyczące wagi zwierząt i szybkości produkcji cieplnej Z zestawienia danych tej tablicy wynika przedewszystkiem, że, biorąc naogół, ilość ciepła, jaką jedno zwierzę wydziela w jednostkę czasu, zależy od wagi ciała. Zależność ta wybitnie zaznacza się w zestawieniu drugiej serji z pozostałemi: zwierzęta, ważące przeciętnie 4,22 *g*, wydzielają na dobę 36,6 *kal. g*, gdy pijawki, ważące 2,08—2,59 *g*, produkują w tymże czasie ilości ciepła znacznie mniejsze, mianowicie od 6,9 do 17,6 *kal. g*.

W obrębie ostatnich trzech seryj — zależności takiej nie stwierdzamy z powodu nieznacznych różnic w wadze ciała, a przedewszystkiem

http://rcin.org.pl

z tej przyczyny, że temperatura, w jakiej odbywały się pomiary produkcji cieplnej, nie była we wszystkich doświadczeniach jednakowa.

Tablica XXVIII.

Kultura pijawek II.

№ doświadczenia	Data	Czas trwania doświadczenia	Ilość zwierząt	Waga zwierząt	Temperatura	Ilość ciepła wydzielona		
						w czasie doświadczenia	przez jedno zwierzę na dobę	przez gram wagi żywej na dobę
		h		*g*	°C	*kal. g*	*kal. g*	*kal. g*
1	17,VI	5,5	35	152,81	22,1	336,9	42,0	9,62
2	24,VI	3,5	35	148,75	22,7	178,3	35,9	8,22
3	27,VI	5,0	35	145,14	23,0	167,4	22,9	5,54
4	29,VI	7,0	31	126,88	23,8	412,8	45,7	11,12
							36,6	8,63

Tablica XXIX.

Kultura pijawek III.

№ doświadczenia	Data	Czas trwania doświadczenia	Ilość zwierząt	Waga zwierząt	Temperatura	Ilość ciepła				
						skompensowana	jako poprawka na odchylenie od punktu zerowego	wyprodukowana w czasie doświadczenia	przez jedno zwierzę na dobę	przez gram wagi żywej na dobę
		h		*g*	°C	*kal. g*	*kal g*	*kal. g*	*kal. g*	*kal. g*
1	12.VII	7,2	40	86,50	24,3	167,6	— 18,9	148,7	12,74	5,89
2	13.VII	22,0	40	86,50	23,5	259,7	+ 12,2	271,9	7,42	3,43
3	19.VII	23,0	40	76,37	25,7	221,7	— 16,4	205,3	5.36	2,81
									8,51	4,04

Z tego też powodu obliczenia produkcji cieplnej w odniesieniu do jednostki wagi ciała mają wartość jedynie orjentacyjną. Z liczb kolum-

http://rcin.org.pl

ny ostatniej możemy wnioskować tylko, że w warunkach naszych doświadczeń jeden gram wagi żywej produkuje w ciągu doby od 2,91 do 8,63 kaloryj małych.

Celem sprawdzenia ogólnego wyniku pomiarów powyższych, w serji czwartej doświadczeń równolegle przeprowadziłem poszukiwania nad produkcją cieplną, w których posiłkowałem się metodą kalorymetrji pośredniej, t. j. obliczając natężenie przemiany energji ze strat energji chemicznej. W tym celu zwierzęta kultury czwartej rozdzielono na dwie porcje, z których jedną badano co pewien czas w kalorymetrze Tangl'a, mierząc produkcję cieplną bezpośrednio (por. tabl. XXXI), drugą zaś pozostawiono w identycznych warunkach (zwłaszcza— temperatury) dla wyznaczenia ciepła spalania zwierząt na początku i w końcu doświadczenia i dla ustalenia wartości energetycznej produktów przemiany materji.

Tablica XXX.

№ kolejny serji	№ kultury zwierząt	№ tablicy	Ilość doświadczeń w serji	Przeciętna waga jednego zwierzęcia	Temperatura przeciętna	Ilość ciepła wyzwolona	
						przez jedno zwierzę na dobę	przez jeden gram wagi żywej na dobę
				g	°C	*kal. g*	*kal. g*
1	I	XXVII	4	2,37	23,5	6,9	2,91
2		XXVIII	4	4,22	22,9	36,6	8,63
3	III	XXIX	3	2,08	24,5	8,5	4,04
4	IV	XXXI	3	2,59	25,4	17,6	6,82
							5'60

Doświadczenie rozpoczęto w dniu 4/VIII o g. 7 wieczorem. W naczyniu szklanem, szczelnie zamkniętem korkiem gumowym, przez który przechodziły dwie rurki, służące do przepuszczania czystego powietrza, umieszczono 21 pijawek, których waga wynosiła 54,52 *g*.

W tymże czasie wzięto z tej samej kultury odpowiednią ilość zwierząt do analizy. Otrzymano następujące wyniki analizy: zawartość substancji suchej wynosiła przeciętnie 16,10% (15,85, 16,30 i 16,27% w trzech wyznaczeniach), substancja zaś organiczna stanowiła 15,31% wagi żywej. Zatem bezwzględna ilość substancji organicznej w 21 pijawkach wyno-

http://rcin.org.pl

siła na początku doświadczenia 8,347 *g*. Ponieważ pomiary ciepła spalania, wykonane w bombie Berthelot'a, wykazały wartość energetyczną jednego grama substancji organicznej, równą 5,844 *kal. kg*, zatem ciepło spalania 21 pijawek na początku doświadczenia wynosiło 5,884 × 8,347 = 49,114 *kal. kg*.

Co pewien czas (2—3 razy na dobę) przez naczynie ze zwierzętami przepuszczano czyste, pozbawione CO_2 powietrze. Prócz tego zmieniano co pewien czas wodę z wydalinami, które zbierano do parownicy, wodę odparowywano, a części stałe, otrzymane po odparowaniu, będące mieszaniną soli nieorganicznych, pochodzących z wody wodociągowej, i — produktów przemiany materji, zbierano przez cały czas w celu wyznaczenia w nich energji chemicznej.

Tablica XXXI.

Kultura pijawek IV.

№ doświadczenia	Data	Czas trwania doświadczenia	Ilość zwierząt	Waga zwierząt	Temperatura	Ilość ciepła				
						skompensowana	jako poprawka na odchylenie od punktu zerowego	wyzwolone w czasie doświadczenia	przez jedno zwierzę na dobę	przez gram wagi żywej na dobę
		h		*g*	°C	*kal. g*	*kal. g*	*kal. g*	*kal. g*	*kal. g*
1	10.VIII	5,0	30	78,88	25,8	130,0	— 24,5	105,5	16,8	6,42
2	11.VIII	8,5	30	78,88	25,2	205,4	+ 6,9	212,3	20,0	7,60
3	24.VIII	6,0	30	75,05	25,4	133,0	— 12,1	120,9	16,1	6,44
									17,6	6,82

Doświadczenie zakończono dnia 24/VIII o godz. 12 w poł.; czas trwania doświadczenia wynosił zatem 19 dni 17 godzin (= 473 godzin). Waga zwierząt zmniejszyła się do 44,11 *g*, które zawierały 7,102 *g* substancji suchej. Ponieważ otrzymano zaledwie 0,715 *g* części stałych, które pozostały po odparowaniu wody, niepodobna było w tak małej ilości substancji wyznaczyć zawartości energji chemicznej, tembardziej, że substancja ta składała się głównie z soli nieorganicznych. Z tego powodu substancję suchą wydalin dołączono do ogólnej ilości substancji suchej ciała zwierząt i proszek zmieszano dokładnie. Ogólna zatem ilość substancji suchej zwierząt i wydalin wynosiła w końcu doświadczenia 7,817 *g*, w tem — 7,079 *g* substancji organicznej. Wyznaczenia w bombie kalorymetrycznej wykonane wykazały, że 1 *g* substancji organicznej posiada ciepło

http://rcin.org.pl

spalania równe 5,752 *kal. kg* (5,795 i 5,710), całkowita zatem wartość energetyczna substancji organicznej zwierząt wraz z wydalinami stałemi wynosiła w końcu doświadczenia 5,752 × 7,079 = 40,718 *kal. kg*.

Do wartości powyższej dodać jeszcze należy stratę energji wydalin pod postacią amonjaku, który w czasie odparowywania wody ulatnia się. Jak wykazały mianowicie badania Pütter'a ('07) i jak wynika z moich doświadczeń, których rezultaty są podane w jednym z rozdziałów poprzednich, całkowita ilość azotu amonjakalnego, który jeszcze posiada znaczną wartość energetyczną, ulatnia się w czasie odparowywania. Ponieważ ilość azotu amonjakalnego wydalin nie była w doświadczeniu niniejszem wyznaczana bezpośrednio, przeto o ilości jego sądzić możemy z deficytu azotu w sumie substancji organicznej pijawek i wydalin w końcu doświadczenia. Wyznaczenia azotu w pijawkach dały wyniki następujące: 13,28% *N* w substancji organicznej ciała na początku i 13,14% *N* w substancji organicznej ciała i wydalin — w końcu doświadczenia. Stąd obliczamy, biorąc pod uwagę bezwzględną ilość substancji organicznej w obu przypadkach, deficyt azotu jako równy 0,178 *g*, który zatem uważamy za azot amonjakalny, stracony w czasie suszenia wydalin. Wartość energetyczna tego azotu będzie zatem równa 0,178 × 6,5 = = 1,157 *kal. kg*. Ciepło spalania pijawek w końcu doświadczenia wraz z wydalinami stałemi i lotnemi wynosi więc 41,875 *kal. kg*. (40,718 + + 1,157).

Stąd, porównywując zawartość energji chemicznej w zwierzętach na początku doświadczenia (49,114 *kal. kg*) z wartością energetyczną zwierząt w końcu doświadczenia wraz z wydalinami, wyprodukowanemi przez zwierzęta przez cały czas trwania doświadczenia (41,875 *kal. kg*), otrzymamy stratę, równą 7,239 *kal. kg*, które pijawki wyzwoliły w postaci ciepła w czasie trwania doświadczenia, t. j. w ciągu 473 godzin. Obliczając produkcję cieplną na jednostkę wagi żywej, i biorąc przeciętną wagę zwierząt w czasie doświadczenia za równą 49,31 *g*, otrzymamy, że w obliczeniu na jeden gram wagi żywej i na dobę strata energji chemicznej, stwierdzona na drodze kalorymetrji pośredniej, wynosi 7,45 *kal. kg*.

Natomiast w pomiarach bezpośrednich, wykonanych w kalorymetrze Tangl'a, stwierdziliśmy (por. tabl. XXXI), że u zwierząt z tej samej kultury pochodzących produkcja cieplna wynosi 6,82 *kal. g* w odniesieniu do jednego grama wagi żywej na dobę.

Jeśli się zważy różne źródła błędów, jako to: nieuniknione wahania natury biologicznej w natężeniu produkcji cieplnej, następnie — błędy w pomiarach i straty przy sporządzaniu substancji do spalań, to

http://rcin.org.pl

wynik kalorymetrji pośredniej możemy uważać za wystarczające w przybliżeniu sprawdzenie rezultatów, osiągniętych w pomiarach bezpośrednich produkcji cieplnej.

II. Wartości palne składników ciała i współczynniki kaloryczne.

Otrzymane w rozdziale poprzednim wyniki stanowią wstępną, sumaryczną charakterystykę całokształtu zmian energetycznych, zachodzących w okresie głodu. Jako dalsze posunięcie się w kierunku analizy tych zmian energetycznych należy w pierwszym rzędzie uważać ustalenie fizjologicznej wartości palnej tych składników ciała, których kosztem odbywają się zjawiska przemiany energji. W stosunku specjalnie do interesujących nas kwestyj, analiza powyższa da możność obliczania efektu energetycznego na podstawie znajomości kilku zaledwie ogniw przemiany materji.

Natomiast z punktu widzenia porównawczej przemiany energji badania takie są bez wątpienia pożyteczne, ponieważ dają możność ujęcia z szerszego punktu widzenia kwestji wartości bioenergetycznej głównych składników ciała w szeregu różnych grup zwierzęcych. Niestety poszukiwania dotychczasowe w tym kierunku obracały się wyłącznie wokoło kilku przedstawicieli zwierząt ciepłokrwistych, w obrębie zaś przeważającej liczebnie i bez wątpienia fizjologicznie ciekawszej — bo różnorodniejszej pod względem objawów życiowych i warunków zewnętrznych — grupy zwierząt pojkilotermicznych, w tym kierunku literalnie nic dotychczas nie zrobiono.

W badaniach nad zwierzętami ciepłokrwistemi kwestja określenia wydajności energetycznej upraszcza się znacznie dzięki temu, że związki bezazotowe, rozpadając się do ostatecznych produktów utleniania, są wyzyskiwane całkowicie: z pośród trzech kategoryj biologicznie ważnych związków organicznych straty energetyczne ujawniają jedynie białka, do których więc odnosimy całą energję niewyzyskaną, zawartą w produktach rozpadu.

W zakresie zwierząt zmiennocieplnych kwestja powyższa stanowi teren zupełnie niezbadany: nie jest znany nie tylko charakter chemiczny rozpadu białka, lecz nie wiemy nawet, czy zmiany katenergetyczne związków bezazotowych podpadają pod schemat, przyjęty dla zwierząt ciepłokrwistych: przeciwnie, w badaniach nad zwierzętami niższemi coraz bardziej mnożą się fakty, które zdają się wskazywać na niezupełną oksydację związków bezazotowych: pomijając zwierzęta, nor-

http://rcin.org.pl

malnie żyjące w warunkach beztlenowych [glisty według Weinland'a ('01) i larwy *Gastrophilus* według v. Kemnitz'a ('17)], dżdżownice i pijawki, zgodnie z poszukiwaniami Lesser'a ('10) i Pütter'a ('07), wydzielają w warunkach anoksybiotycznych[1]) kwasy tłuszczowe, będące produktami niezupełnego utlenienia węglowodanów.

Trudności powyższe dotyczą w równej mierze i poszukiwań niniejszych. W stosunku do zwierząt badanych nie wiemy również, czy wogóle i jaka ewentualnie część energji niewyzyskanej produktów przemiany przypada na związki bezazotowe. Nieuwzględnienie tej frakcji wprowadza do obliczeń fizjologicznego ciepła spalania białka błąd, który sprawia, że wartość obliczona będzie mniejsza od rzeczywistej.

W danym jednak przypadku znajdujemy się w tem korzystnem położeniu, że objektem naszych badań są zwierzęta, u których rozpad związków bezazotowych jest stosunkowo bardzo mały w porównaniu z udziałem białka. Niedokładność więc, wynikająca z nieznajomości stopnia i charakteru rozpadu związków bezazotowych, nie zaważy w obliczeniach wyzyskania energetycznego związków białkowych.

1. Ciepło spalania tłuszczów i glikogenu.

Tłuszcze, które służyły do określania ciepła spalania, były otrzymywane przez ekstrakcję sproszkowanej substancji suchej ciała pijawek—eterem naftowym w aparacie Soxlet'a. Otrzymany w ten sposób roztwór tłuszczów sączono przez bibułę i odparowywano w tygielku platynowym bomby kalorymetrycznej do stałej wagi. Substancja spalała się gładko i bez żadnych strat.

Tablica XXXII.

№ pomiaru	Ilość substancji spalonej *g*	Ilość wywiązanego ciepła *kal. kg*	Ciepło spalania 1 *g* substancji *kal kg*
1	0,0756	0,6658	8,807
2	0,1346	1.1888	8,832

Przytoczone na tabl. XXXII dwa pomiary ciepła spalania zostały wykonane z 75,6 i 134,6 *mg* substancji. Ciepło spalania jednego gra-

[1]) Natomiast, jak stwierdził Lesser, przy dostatecznym dostępie tlenu, procesy utleniania związków bezazotowych ciała dżdżownic są zupełne: wydzielenia produktów pośrednich, jak np. kw. walerjanowego u *Ascaris*, niema tutaj wcale.

http://rcin.org.pl

ma tłuszczów wynosi przeciętnie 8,819 *kal. kg*, jest więc ono znacznie mniejsze od wartości energetycznej tłuszczów zwierząt ciepłokrwistych. Zawartość węgla, obliczona z ilości wywiązanego w czasie spalania dwutlenku węgla, wynosi przeciętnie z dwu oznaczeń 73,1%. Stąd wynika, że na jeden gram węgla tłuszczów przypada 12,064 *kal. kg*.

Ciepła spalania glikogenu — wobec małej jego ilości w pijawkach, nie oznaczałem bezpośrednio. W obliczeniach posługiwałem się wynikami, otrzymanemi dla glikogenu przez Berthelot'a, według których ciepło spalania 1 *g* substancji wynosi 4,190 *kal. kg*; stąd 1 *g* węgla w glikogenie odpowiada 9,437 *kal. kg*.

2. Wyzyskanie energetyczne białka i współczynniki kaloryczne.

Wyzyskanie energetyczne, czyli t. zw. „skutek użyteczny" danej substancji, obliczamy z różnicy między zawartością w niej energji a ilością energji niezużytkowanej, znajdującej się w produktach jej rozpadu. Ponieważ białka należą do kategorji substancyj, częściowo tylko wyzyskiwanych przez ustrój, przeto ich fizjologiczną wartość palną ustalić możemy dopiero po wyznaczeniu ciepła spalania białka i ciepła spalania sumy wszystkich wydalin, będących produktami rozpadu cząsteczki białkowej. Pierwszą więc rzeczą było otrzymanie możliwie czystego białka do spalań kalorymetrycznych.

W tym celu—dla oddzielenia substancyj tłuszczowatych od białka, wywoływałem ścinanie się białka mocnym (95°), ogrzanym do wrzenia, alkoholem etylowym, w którym zwierzęta po upływie krótkiego czasu traciły znaczną część wody, twardniejąc do tego stopnia, że można je było zetrzeć na drobne kawałki. Substancję drobno sproszkowaną w moździerzu traktowałem w dalszym ciągu przez kilka godzin alkoholem wrzącym, zmieniając go kilkakrotnie, poczem ekstrahowałem ją w ciągu kilku (2—3) dni eterem naftowym w aparacie Soxlet'a.

W otrzymanej w sposób powyższy substancji, pozbawionej tłuszczów i lipoidów, wyznaczałem energję chemiczną, zawartość azotu i węgla. Substancja ta zawierała obok ciał białkowych jeszcze glikogen. Ponieważ całkowite oddzielenie białka od glikogenu jest niewykonalne, więc w substancji suchej odtłuszczonej wyznaczyłem zawartość glikogenu metodą Pflüger'a (znaleziono 1,24%), rachunkowo wprowadzając następnie poprawkę na glikogen, t. j. odliczając przypadające na tę substancję ciepło spalania (1 *g* glikogenu = 4,190 *kal. kg* = 0,444 *g* węgla). Po odliczeniu glikogenu można było być pewnym, że pozostałość składała się głównie z mieszaniny ciał białkowych i azotowych sub-

http://rcin.org.pl

stancyj wyciągowych; całość wziętych razem substancyj będziemy uważali poniżej za „białko ciała“ pijawek.

Obliczenie ciepła spalania białka, przeprowadzone w sposób powyższy, dało wartości następujące: ciepło spalania jednego grama substancji organicznej białka wynosi 5,430 *kal. kg*, zawartość węgla 50,23% i zawartość azotu 15,07%, czyli w białku

na 1 *g N* przypada 36,00 *kal. kg* i 3,33 *g* węgla.

Ilość energji niewyzyskanej w czasie rozpadu białka wyznaczałem oddzielnie w poszczególnych frakcjach azotowych wydalin. Jak już zaznaczyłem w jednym z poprzednich rozdziałów, frakcyj tych odróżniamy trzy: mianowicie,—substancję śluzowatą, organiczną substancję azotową moczu i amonjak.

Dla frakcji amonjakalnej wydalin przyjęłem wartość, ustaloną przez Thomsen'a[1]) (1 gram amonjaku rozpuszczonego w wodzie = = 4,832 *kal. kg*), zaś nad dwiema pierwszemi frakcjami przeprowadziłem poszukiwania specjalne.

Substancję śluzowatą zbierałem w dużej ilości, oddzielając ją na sączku od wydalin, rozpuszczalnych w wodzie. Po wysuszeniu do stałej wagi i po sproszkowaniu, spalano ją w postaci pastylek w bombie kalorymetrycznej, wyznaczając w niej jednocześnie zawartość węgla i azotu.

Z trzech dobrze zgadzających się z sobą spalań otrzymałem następujące wartości przeciętne[2]), podane na tabl. XXXIII: ciepło spalania jednego grama substancji organicznej śluzu wynosi 5,678 *kal. kg*, zawartość węgla 52,50% i azotu — 10,74%. Odnosząc ciepło spalania i węgiel do azotu, otrzymamy, że

1 *g N* śluzu odpowiada 52,86 *kal. kg* i 4,88 *g* węgla.

W porównaniu z chityną, z którą niektórzy autorowie (Sukatschoff '99 i Reichard '03) utożsamiają substancję śluzowatą pijawek, wartości powyższe są znacznie wyższe[3]).

Co się tyczy drugiej frakcji azotowej, pozostałej po oddzieleniu śluzu, t. j. rozpuszczalnej w wodzie substancji organicznej moczu, to, ze względu na duże rozcieńczenie wodą, otrzymywałem ją w postaci suchej, zdatnej do spalań kalorymetrycznych,—przez odparowywanie na

---

[1]) Obliczono z ciepła powstawania amonjaku, rozpuszczonego w wodzie, i z ciepła spalania wodoru. Por. Landolt-Börnstein: Physikalisch-chemische Tabellen. Berlin, 1912. Str. 851 i 908.

[2]) Wyniki szczegółowe, zestawione na tabl. XXXIII, zostały omówione w mojej (15) pracy poprzedniej nad wyzyskaniem energetycznem białka w pijawkach głodzonych.

[3]) Oskórek dżdżownic składa się, według Lesser'a (07), ze związków białkowych.

http://rcin.org.pl

łaźni wodnej w t. 100°. Istniała więc możliwość, że wskutek działania przez czas dłuższy temperatury dosyć wysokiej, część związków organicznych moczu rozłoży się, dając w wyniku ostatecznym błędną wartość ciepła spalania. Obawy te jednak okazały się płonne, gdyż, jak wykazaliśmy w rozdziale o produktach przemiany materji, ilość azotu związków organicznych moczu nie ulega w czasie odparowywania żadnej zmianie, natomiast znika całkowicie znajdujący się w moczu w dużych ilościach azot amonjakalny. Należy jeszcze zauważyć, że pozostałe po odparowaniu części stałe moczu zawierają znaczną ilość składników mineralnych, pochodzących z wody wodociągowej: pomimo to jednak pastylki, przygotowane z pozostałości suchej po odparowaniu, spalały się gładko i bez żadnych strat.

Tablica XXXIII.

Substancje	Zawartość azotu	Zawartość węgla	C/N	Ciepło spalania	
				jednego grama substancji Q/g	odpowiadające 1 gramowi azotu: Q/N
	%	%		*kal. kg*	*kal. kg*
Białko	15,07	40.23	3,33	5.430	36,00
Substancja organiczna śluzu	10,74	52,50	4,89	5,678	52,86
Substancja organiczna moczu	11,76	43,01	3,66	4,213	35,83
Amonjak	82,27	—	—	4,832	5,87

Z tablicy XXXIII wypływa, że ciepło spalania jednego grama substancji organicznej moczu wynosi przeciętnie 4,213 *kal. kg*, czyli jest znacznie większe od ciepła spalania mocznika i innych typowych związków azotowych moczu zwierząt ssących, natomiast zawartość węgla (43,01%) i azotu (11,76%) jest znacznie mniejsza. Odnosząc ciepło spalania i węgiel do jednostki azotu, otrzymamy, że

1 *g N* odpowiada 35,82 *kal. kg* i 3,66 *g* węgla.

Mając obecnie wszystkie dane, dotyczące wartości energetycznej białka i produktów jego rozpadu, możemy obliczyć fizjo-

http://rcin.org.pl

logiczne ciepło spalania lub skutek użyteczny białka w przemianie głodowej pijawek, mianowicie—z różnicy między ciepłem spalania białka a ciepłem spalania sumy produktów jego rozpadu. W obliczeniach tych energję niewyzyskaną odnosiłem do ciepła spalania jednego grama białka (5,430 *kal. kg*), przyjmując, że jest ono równe energji chemicznej sumy poszczególnych frakcyj wydalin, zawierających ilość azotu jednego grama białka (t. j. 0,1507 *g N*). Za podstawę obliczeń ciepła spalania, przypadającego na trzy główne kategorje wydalin, przyjęłem ustosunkowanie frakcyj azotowych w wydalinach, których analiza szczegółowa została podana w jednym z poprzednich rozdziałów (por. tabl. XVII).

Tablica XXXIV.

Substancje	Azot frakcji w procentach azotu całkowitego wydalin	Ilość substancji na wagę	Zawartość N w białku i w odpowiedniej frakcji wydalin	Wartość energetyczna białka i wydalin	
	%	*g*	*g*	*kal. kg*	
Białka ciała	—	1,0000	0,1507	5,4300	5,4300
Substancja organiczna śluzu . .	9,13	0,1272	0,0138	0,7286	
Substancja organiczna moczu .	16,90	0,2166	0,0255	0,9126	
Amonjak wydalin	73,97	0,1355	0,1115	0,6563	2,2975
				Różnica:	3,1325

Na tabl. XXXIV mieszczą się dane, dotyczące rozmieszczenia frakcyj azotowych w analizowanych wydalinach pijawek (kolumna pierwsza); obliczone również zostały wagowe ilości poszczególnych frakcyj wydalin, które przypadają na gram białka (kol. III) i wartości energetyczne tych frakcyj (kol. ostatnia).

Na podstawie tablicy powyższej stwierdzamy, że jeden gram białka, którego ciepło spalania wynosi 5,430 *kal. kg*, i zawartość azotu — 0,1507 *g*, daje, ulegając rozpadowi, następujące ilości produktów: 0,1272 *g* śluzu, zawierającego 0,0138 *g N* i 0,729 *kal. kg*; 0,2166 *g* substancji organicznej moczu, posiadającej 0,0255 *g N*, i 0,913 *kal. kg* i—0,1355 *g* amonjaku, którego ciepło spalania jest równe 0,656 *kal. kg*

http://rcin.org.pl

Obliczenie ilości energji, jaka wyzwala się w czasie rozpadu jednego grama białka, będzie przedstawiało się w sposób następujący:

1 *g* białka pijawek . . . . . 5,430 *kal. kg*
Substancja organiczna śluzu = 0,729 *kal. kg*
Substancja organiczna moczu = 0,913 „ „
Amonjak . . . . . = 0,656 „ „ . . . 2,298 „ „

Fizjologiczne ciepło spalania jednego grama białka: . . . . . 3,132 *kal. kg*.

Obliczając stąd skutek użyteczny, t. j. stosunek wyrażony w procentach energji wyzwolonej do energji całkowitej białka, otrzymamy, że tylko

$$\frac{3{,}132 \times 100}{5{,}430} = 57{,}7\%,$$

czyli mniej niż $^3/_5$ energji chemicznej białka jest wyzyskiwane dla potrzeb fizjologicznych ustroju: pozostałe zaś 42,3% energji zwierzęta tracą w śluzie i w produktach rozpadu cząsteczki białkowej, jako fragment nieużyteczny.

Stopień energetycznego wyzyskania białka u pijawek w porównaniu z tem, co wiemy z zakresu energetyki głodu zwierząt ciepłokrwistych, jest istotnie bardzo mały. Porównanie liczby powyższej z wynikami istniejących już w literaturze wyznaczeń wyzyskania energetycznego u zwierząt wyższych natrafia na pewne trudności z powodu braku odpowiednio licznego materjału porównawczego w zakresie fizjologji głodu. Z wyjątkiem bowiem jednego tylko doświadczenia Rubner'a ('85) nad psem i kilku doświadczeń Benedict'a ('07) nad ludźmi, gdzie badana była fizjologiczna wartość palna białka uorganizowanego, celem innych poszukiwań było wyznaczenie wyzyskania energetycznego białka pokarmowego.

Z doświadczeń Rubner'a nad psem głodzonym wynika, że skutek użyteczny białka organizowanego wynosi 72,7%, znacznie zatem więcej niż u pijawek.

Jeszcze doskonalsze jest wyzyskanie białka pokarmowego. Bardzo stosunkowo liczne dane, które znalazłem w literaturze, obliczone z tem założeniem, że kał stanowi niestrawioną część pokarmu, dały następujące liczby przeciętne:

Mięsożerne (pies) . . . . . 79,1% (Rubner '85 i '02; Frenzel i Schreuer '02)
Wszystkożerne (człowiek) . . . 80,0% (Atwater i Bryant '99)
Roślinożerne (bydło domowe) . . 79,3% (Kellner '16).

Możemy więc przyjąć, że skutek użyteczny białka pokarmowego u zwierząt ssących wynosi przeciętnie około osiemdziesięciu procentów.

http://rcin.org.pl

Oprócz swoistego rozpadu cząsteczki białkowej u pijawek przyczyną niskiej wydajności energetycznej białka są, bezwątpienia, duże bardzo straty substancji śluzowatej, której wartość energetyczna nie ustępuje, a nawet przewyższa takąż wartość białka: z obliczeń wynika, że wraz ze śluzem pijawki tracą bardzo znaczne ilości energji niezużytkowanej, bowiem prawie 30% sumy wszystkich strat energetycznych wynosi ciepło spalania zrzucanej przez pijawki substancji śluzowatej. Przypuszczam, że przy bliższem zbadaniu duże pod tym względem podobieństwo do śluzu wykaże cały szereg wydalin zwierząt pojkilotermicznych, zwłaszcza jeśli chodzi o wydaliny pochodzenia skórnego, jak np. śluz planaryj, dżdżownic i mięczaków, następnie—okresowo zrzucana chityna stawonogów, wydzielina gruczołów skórnych ryb i płazów i t. p.

Substancję śluzowatą pijawek moglibyśmy również porównać z utworami pochodzenia skórnego zwierząt ciepłokrwistych: straty jednak, jakie te zwierzęta ujawniają pod postacią bądź łuszczącego się naskórka, bądź też—włosów, piór i innych utworów zrogowaciałych są tak nieznaczne, że w ogólnym bilansie energetycznym nie posiadają zgoła żadnego znaczenia.

W przemianie materji i energji pijawek, a być może — i innych zwierząt pojkilotermicznych jest faktem niezmiernie zastanawiającym pewnego rodzaju rozrzutność w zużytkowaniu białka — tego niezmiernie cennego z punktu widzenia fizjologicznego materjału budulcowego ustroju. Wyrazem braku ekonomji w tym kierunku jest nie tylko wybitnie białkowy charakter przemiany, lecz i niezmiernie niska wydajność energetyczna białka.

Po określeniu wartości fizjologicznego ciepła spalania z kolei wypada ustalić wartości współczynników kalorycznych, t. j. ilości ciepła, przypadające na jednostki wagowe tlenu i produktów desasymilacji cząsteczki białkowej. Na zasadzie poszukiwań powyższych jesteśmy w możności wyprowadzić współczynniki kaloryczne dla tlenu, dwutlenku węgla i azotu.

Wielkość współczynnika kalorycznego azotu obliczamy z tylko co omówionych wyznaczeń fizjologicznego ciepła spalania. Z danych odnośnych (por. tabl. XXXIV) wynika, że w czasie rozpadu jednego grama białka, zawierającego 0,1507 *g* azotu, wywiązuje się w ustroju 3,132 *kal. kg* ciepła; stąd współczynnik kaloryczny azotu, będzie się równał 3,132 : 0,1507 = 20,71 *kal. kg*, czyli na jeden gram azotu wydalin przypada 20,71 *kal. kg*, pochodzących z rozpadu białka

Dla wyprowadzenia współczynnika kalorycznego dwutlenku węgla, mamy dwie drogi.

http://rcin.org.pl

Pierwsza — pośrednia, polega na obliczeniu deficytu węgla w stałych produktach rozpadu na podstawie stwierdzenia zawartości węgla w białku i w dwu frakcjach wydalin, t. j. — w substancji śluzowatej i w substancji organicznej moczu. Posiłkując się ustosunkowaniem tych frakcyj, które przyjęliśmy w obliczeniach fizjologicznego ciepła spalania białka, otrzymamy:

1,000 *g* białka		0,5023 *g* C.
0,1272 *g* substancji organicznej śluzu	0,0668 *g* C	
0,2166 *g* substancji organicznej moczu	0,0932 „ „	0,1600 „ „
	Deficyt węgla:	0,3423 *g*

czyli 1,2551 *g* CO_2, które odpowiadają 3,132 *kal. kg*, wyzwolonym w czasie rozpadu jednego grama białka. Stąd współczynnik kaloryczny dwutlenku węgla wynosi: 3,132 : 1,2551 = 2,49 *kal. kg*.

Drugi sposób—prowadzi do wyliczenia tegoż współczynnika kalorycznego z danych doświadczeń nad przemianą węgla i azotu, w których prócz azotu i węgla wydalin stałych, był również wyznaczany dwutlenek węgla, produkowany przez zwierzęta. W obliczeniach tych przyjmujemy, że węgiel t. zw. „pozostały“ zjawia się w produktach przemiany całkowicie pod postacią dwutlenku węgla: od ilości całkowitej tego gazu, wydzielonej w czasie doświadczenia, odejmujemy tę ilość dwutlenku węgla, która przypada na węgiel związków bezazotowych; różnica będzie odpowiadała ilości CO_2, pochodzącego z rozpadu białka, którą odnosimy do ciepła wyzwolonego.

W ten sposób z doświadczenia, podanego na tabl. XXI, obliczamy, że w ogólnej ilości 837,6 *mg* CO_2, wydzielonego w czasie 637,2 godzin głodu, tylko 624,9 *mg* przypada na białko, którego rozpadowi towarzyszy produkcja 1520,1 *kal. kg* ciepła (73,4 × 20,71). Zatem współczynnik kaloryczny CO_2 dla białka wynosi w danem doświadczeniu 2,43 *kal. kg*.

Z drugiego doświadczenia, streszczonego na tabl. XXII, wypada, że 2071,1 *mg* CO_2 odpowiada 5034,6 *kal. kg*, skąd współczynnik kaloryczny jest równy 2,43.

Powyższe trzy obliczenia, dwoma różnemi sposobami przeprowadzone, dały wartości następujące: 2,49, 2,43 i 2,43. Zgodność tych liczb jest najzupełniej wystarczająca; wyprowadzając przeciętną, otrzymamy, że ilość ciepła, która przypada na jeden gram dwutlenku węgla, pochodzącego z desasymilacji białka, wynosi dla zwierząt głodzonych 2,45 *kal. kg*.

Wreszcie współczynnik kaloryczny tlenu, zużytkowywanego w czasie rozpadu białka, obliczamy z wielkości współczynnika oddechowego, ustalonego dla białka pijawek (por. str. 36), i z współ-

http://rcin.org.pl

czynnika kalorycznego dwutlenku węgla. Obliczenia odnośne doprowadzają do rezultatu, że jednemu gramowi tlenu, pobranemu w czasie desasymilacji białka, odpowiada produkcja cieplna 2,32 *kal. kg.*

III. Minimum fizjologiczne przemiany energji i znaczenie białka w energetyce głodu.

W jednym z rozdziałów poprzednich zostały podane wyniki pomiarów produkcji cieplnej pijawek metodą bezpośrednią, określające granice wahań natężenia przemiany energji w warunkach obserwacji. Już porzednio zaznaczyłem, że wyniki te nie dają możności określenia, w przybliżeniu nawet, minimum przemiany energji w stanie głodu; ponieważ zwierzęta nie znajdowały się w stanie zupełnego spoczynku, przeciwnie, z powodu specjalnych warunków doświadczenia, wykonywały w czasie pomiarów dosyć ożywione ruchy. Liczby więc odnośne przewyższają wartość poszukiwaną przemiany energji w stanie zupełnego spokoju.

Do określenia minimum spoczynkowego przemiany energji z natury rzeczy najbardziej nadają się doświadczenia możliwie długotrwałe, w których zwierzęta po nieuniknionem podnieceniu na początku doświadczenia uspakajają się wkrótce i pozostają bez ruchu na dnie naczynia przez dalszy ciąg trwania doświadczenia. Do typu takich doświadczeń należą przedewszystkiem doświadczenia oddechowe, w których szybkość pobierania tlenu może być dokładnym wykładnikiem natężenia przemiany energji.

W rozdziale poprzednim ustaliłem prócz ciepła spalania substancyj organicznych, w skład pijawek wchodzących, — wartość współczynnika kalorycznego tlenu dla związków białkowych (2,32 *kal. kg*). Chcąc na zasadzie wyników doświadczeń oddechowych wnioskować o produkcji cieplnej, winniśmy przedewszystkiem obliczyć wartość współczynnika kalorycznego tlenu w przypadku jednoczesnego rozpadu wszystkich składników organicznych ciała, ulegających dezasymilacji.

Dla obliczenia tej wartości konieczna jest nie tylko znajomość współczynników kalorycznych tlenu dla wszystkich trzech kategoryj składników organicznych ciała i—udziału tych substancyj w przemianie głodowej, lecz również i poznanie t. zw. „pojemności tlenowej“ tych składników, t. j. bezwzględnych ilości tlenu, pobieranego w czasie roz-

http://rcin.org.pl

padu jednego grama odnośnej substancji. Dla uproszczenia rachunku przyjmujemy dla tłuszczów i dla węglowodanów podane przez Loewy'ego ('11) liczby zarówno współczynników kalorycznych tlenu (tłuszcze—3,28, węglowodany 3,53), jak i ilości wagowe tlenu, zużywanego na utlenienie jednego grama tłuszczów (2,887 *g*) i takiejże ilości węglowodanów (1,185 *g*). O ilości tlenu, potrzebnej dla oksydacji fizjologicznej białka pijawek, sądzimy z wyników naszych poszukiwań, określających odsetek węgla białkowego, który ujawnia się pod postacią dwutlenku węgla (68,7%) i z wielkości współczynnika oddechowego dla białek ($RQ = 0,686$); stąd wyprowadzamy pojemność tlenową jednego grama białka pijawek, jako równą 1,329 *g* tlenu [1]).

Na podstawie tych liczb i na zasadzie wyników określeń rozpadu składników organicznych ciała w czasie głodu (białka 84,5, tłuszcze 6,8 i glikogen 8,7%) wyliczamy wartość współczynnika kalorycznego tlenu w czasie rozpadu równomiernego wszystkich składników organicznych ciała na 2,54 *kal. kg*. Dla dwutlenku węgla wartość współczynnika kalorycznego w tych samych warunkach wynosi według obliczeń analogicznych 2,59 *kal. kg*.

Opierając się na tej wartości współczynnika kalorycznego tlenu, możemy więc obliczyć z danych doświadczeń oddechowych natężenie minimalne przemiany głodowej pijawek. Posiłkować się tutaj możemy zestawieniem szybkości przeciętnych pobierania tlenu przez zwierzęta różnej wielkości, które podaliśmy na tabl. VI. Z tablicy tej wynika, że natężenie oksydacji w odniesieniu do grama wagi żywej w temperaturze 25° waha się od 1,334 do 2,144, przeciętnie zaś wynosi 1,666 *mg* na dobę. Z liczb tych, po wprowadzeniu do rachunku współczynnika kalorycznego tlenu, wynika, że minimum przemiany energji jednego grama wagi żywej zwierząt, znajdujących się w stanie spoczynku względnego, wynosi przeciętnie 4,23 *kal. g* na dobę, wahając się w granicach od 3,39 do 5,44 *kal. g* na dobę.

Wartość produkcji cieplnej w warunkach pomiarów bezpośrednich jest zatem prawie dwukrotnie większa (6,82—9,31 *kal. g*), niż to wynika z doświadczeń oddechowych.

Uzupełniając obraz ogólnej przemiany energji u pijawek głodzonych, pozostaje do omówienia kwestja udziału składników organicznych ciała w zjawiskach katenergetycznych. Obecnie, opierając się na ustalonych powyżej wartościach fizjologicznego ciepła spalania tych

[1] Z liczbą tą zgadza się doskonale wynik doświadczenia nad przemianą węgla i azotu i nad szybkością oksydacji (por. tabl. XXII): obliczenia pojemności tlenowej na podstawie wspomnianego doświadczenia dają liczbę 1,333 *g*.

http://rcin.org.pl

składników i biorąc za punkt wyjścia stwierdzoną ich stopę dezasymilacyjną, możemy straty stosunkowe palnych składników ciała obliczyć w jednostkach energetycznych.

Doświadczenia powyżej wykonane wykazały, że na sto części wagowych substancyj organicznych, ulegających dezasymilacji (tabl. XXVI), 85,3% przypada na związki azotowe, pozostałe zaś 14,7% odpowiadają związkom bezazotowym. Jeśli zgodnie z wynikami, przytoczonemi na tabl. XXV, przyjmiemy, że tłuszcze i glikogen w jednakowej prawie stopie procentowej rozpadają się w czasie głodu, to obliczymy jako przeciętne ciepło spalania związków bezazotowych ciała pijawek, wartość $(8{,}819 + 4{,}190) : 2 = 6{,}504$ *kal. kg*. Podstawiając, prócz liczby powyższej, ustaloną poprzednio wartość bioenergetyczną białka — 3,132 *kal. kg*, otrzymamy, że na sto jednostek cieplnych, wyzwolonych przez pijawki w czasie głodu, 73,7 *kal. kg* pochodzi z rozpadu białka, zaś tylko 26,3 *kal. kg* powstaje wskutek oksydacji związków bezazotowych.

U zwierząt ciepłokrwistych najwyższy rozpad białkowy w stanie normalnym został stwierdzony u królika i wynosi około 17% ogólnej przemiany energji. Widzimy więc, że udział białka w przemianie energji pijawek wielokrotnie przewyższa liczbę, uważaną za najwyższą dla zwierząt homojotermicznych.

http://rcin.org.pl

CZĘŚĆ III.

Wpływ pokarmu na przemianę materji i energji.

Zmiany w natężeniu i w charakterze procesów chemicznych, zachodzące u zwierząt ciepłokrwistych pod wpływem pokarmu, były niejednokrotnie przedmiotem ważnych bardzo poszukiwań. Kwestja specyficznie dynamicznego wpływu substancyj pokarmowych, zastępczości izodynamicznej, wpływu ograniczającego bezazotowców na przemianę białkową i kwestje, związane z asymilacją przyrostową składników ciała,—stanowią zagadnienia, ogniskujące w sobie poglądy współczesne na ogólną przemianę materji i energji.

W zakresie fizjologji zwierząt niższych, nie posiadających zdolności termoregulacyjnych, badania w tym kierunku są dopiero w zawiązku. Oprócz pracy Elsas ('13) nad swoistym dynamicznym wpływem pokarmu na przemianę materji u żaby w literaturze istnieją jedynie obserwacje luźne, z różnych punktów widzenia poruszające zagadnienia powyższe: okoliczność tę tłumaczyć możemy w znacznej mierze trudnościami, jakie nastręczają się w badaniach podobnego rodzaju, wymagających opracowania metod dozowania pokarmu i ilościowego zbierania i oddzielania od siebie produktów przemiany materji. Kwestje powyższe posiadają natomiast zasadnicze znaczenie ogólne, sprawa bowiem asymilacji białka stanowi jedno z najbardziej doniosłych i aktualnych zagadnień współczesnych, które ku wyświetleniu rychlej doprowadzone być mogą drogą badań porównawczych.

Pod tym względem pijawki stanowią niezmiernie dogodny materjał badawczy: z jednej strony — białkowy charakter pokarmu tych zwierząt, możność dozowania jego i ilości olbrzymie, jakie zwierzę jednorazowo pobrać może; z drugiej zaś — możność wywoływania gwałtownej redukcji ciała drogą głodzenia i szybkość, z jaką zwierzęta po pobraniu pokarmu wyrównywują swe straty głodowe, stanowią, bez

http://rcin.org.pl

wątpienia, nader korzystne właściwości, dające się wyzyskać wszechstronnie w badaniach eksperymentalnych.

Pozostawiając na razie na uboczu wyniki moje, dotyczące strony chemicznej zjawisk przemiany przyrostowej, poniżej podaję główne rezultaty doświadczeń nad wpływem pokarmu na szybkość przemiany materji i energji.

Schemat ogólny postępowania eksperymentalnego był następujący:

Pewną ilość zwierząt wygłodzonych, których natężenie przemiany zostało w przedwstępnym okresie badawczym uprzednio poznane, karmiłem krwią, przystawiając je do psa lub do królika. Ilość krwi, pobranej w czasie ssania, obliczałem z różnicy wagi zwierząt przed i po nakarmieniu. Jednak pijawki już w czasie ssania wydzielają całą powierzchnią ciała pewną ilość cieczy wodnistej, której nieuwzględnienie pociągnęłoby za sobą błąd w wyznaczeniu ilości pokarmu przyjętego; — z tego powodu pijawki w czasie ssania umieszczałem w probówkach, w których zbierała się ciecz powyższa, którą uwzględniałem w rachunku. Po pobraniu krwi zwierzęta umieszczano w wodzie i pozostawiano w spokoju, badając—zależnie od rodzaju eksperymentu — odpowiednie ogniwa przemiany, a więc: produkcję cieplną, wymianę gazową lub przemianę węgla i azotu. Stosowane tutaj metody były te same, co i w poprzednio opisanych doświadczeniach głodowych.

Ilość krwi, jaką pijawki są w stanie wprowadzić jednorazowo do przewodu pokarmowego, zależy oczywiście od wielkości zwierzęcia i stopnia jego wygłodzenia. W przypadkach skrajnych ilość ta dochodziła do 9 *g* na jedno zwierzę, a więc – prawie pięciokrotnie przewyższała średnią wagę zwierzęcia głodzonego. Ilość ta stanowi olbrzymi zapas pokarmu: ciepło spalania dziewięciu gramów krwi (psa) wynosi, jak wynika z moich wyznaczeń, około 10,1 *kal. kg* (18,5% substancji suchej, której gram posiada 6,386 *kal. kg* ciepła spalania), z tych zaś [1]) około 58% (p. wyżej) może być wyzyskane energetycznie, co czyni w sumie około 5,9 *kal. kg*, rozporządzalnych energetycznie dla zwierząt; natomiast wartość bioenergetyczna substancji organicznej ciała pijawki głodzonej, ważącej średnio 2 *g*, wynosi zaledwie 1,1 *kal. kg*, czyli—stanowi zaledwie piątą część energji, zawartej w pokarmie.

Po pobraniu tak znacznych ilości pokarmu pozostawione w spokoju pijawki przyczepiają się przyssawkami do ściany naczynia w ten sposób, że przednia część ich ciała znajduje się nad powierzchnią wo-

[1]) Pomijając cukry i tłuszcze, zawarte normalnie we krwi.

http://rcin.org.pl

dy. W tej pozycji pozostają one w spokoju przez bardzo długi okres czasu, nie wykonywując żadnych prawie ruchów.

Jak wykazały spostrzeżenia Pütter'a ('07), już w okresie początkowym po pobraniu krwi zwierzęta znacznie tracą na wadze. Przyczyną tego zjawiska jest, jak wspomnieliśmy już powyżej, rozpoczynający się już w czasie pobierania krwi proces wydzielania cieczy wodnistej, pochodzącej, jak wykazał tenże autor, bezpośrednio z pokarmu. Proces ten, trwający przez pierwszych kilka dni, prowadzi do zagęszczania krwi w jelicie: według moich obserwacyj, zwierzęta tracą już w ciągu pierwszych 2—3 dni prawie połowę wody, pobranej w pokarmie.

Tablica XXXV.

Wpływ pokarmu na pobieranie tlenu.

Kultura pijawek I. (Por. serję głodową, tabl. VII).

№ doświadczenia	Data	Czas trwania doświadczenia	Ilość zwierząt	Waga zwierząt	Waga jednego zwierzęcia	Temperatura	Ilość tlenu pobrana	
							w czasie doświadczenia	przez jedno zwierzę na dobę
		h		*g*	*g*	°C	*cm*³	*cm*³
1	19.–22.VII (Głód)	52,7	25	71,80	2,87	26,3	202,6	3,69
2	22—23.VII	21,7	12	121,17	10,10	26,2	89,4	8,24
3	23—24.VII	23,7	12	—	—	26,4	91,3	7,70
4	24.VII	7,7	12	—	—	26,9	34,9	9,06
5	27–28.VII	24,5	6	52,90	8,82	27,8	59,0	9,65
6	28–29.VII	21,1	6	—	—	27,9	54,4	10,31
7	29–30.VII	21,5	6	—	—	27,5	58,4	11,07
8	30 31.VII	21,0	6	—	—	26,3	50,3	9,58
9	31.VII—1.VIII	23,2	6	48,92	8,15	25,7	46,1	7,95

Już pierwsze próby orjentacyjne, w których mierzyłem porównawczo natężenie przemiany u zwierząt głodzonych i karmionych, wykazały, jak wybitny wpływ w tym kierunku wywiera pokarm; pomimo, iż pijawki po przyjęciu pokarmu tracą swoją ruchliwość, jednak tempo przemian wzrasta kilkakrotnie.

W pierwszem doświadczeniu próbnem badałem w aparacie Godlewskiego tylko pobieranie tlenu. Zwierzęta głodzone, w ilości 25 (por. tabl. XXXV), znajdowały się w przyrządzie oddechowym przez trzy dni, w ciągu których trzykrotnie zmieniano w nim powietrze i odczytywano

http://rcin.org.pl

stan barometru, manometru i temperatury: w czasie 52,7 godzin obserwacji zwierzęta pobrały w sumie 202,6 cm^3 tlenu, skąd szybkość zużycia tego gazu wynosi 3,69 cm^3 przez jedno zwierzę w ciągu doby. Po skończonej serji głodowej część (12 sztuk) zwierząt nakarmiono i zważono powtórnie z zachowaniem powyżej wspomnianych ostrożności: okazało się, że pijawki pobrały po 7,23 *g* krwi, t. j. prawie czterokrotnie (396,9%) przewyższającą wagę ciała ilość pokarmu. Pomiary natężenia oksydacji po nakarmieniu wykazały znaczne wzmożenie procesów rozpadowych: szybkość pobierania tlenu wzrosła w ciągu pierwszego dnia z 3,69 do 8,24 cm^3, czyli więcej niż dwukrotnie. W ciągu następnych dni natężenie przemiany zwiększało się stopniowo, dochodząc do wartości najwyższej (11,07 cm^3 tlenu na dobę) w siódmym dniu po pobraniu pokarmu (29—30.VII) i osiągając ostatecznie wartość trzykrotnie większą niż w stanie głodu.

Tablica XXXVI.

Kultura pijawek III (por. tabl. XXIX).

№ doświadczenia	Data	Czas trwania doświadczenia	Ilość zwierząt	Waga zwierząt	Temperatura	Ilość ciepła			
						skompensowana	jako poprawka na odchylenie od punktu zerowego	wyzwolona przez zwierzęta w czasie doświadczenia	produkowana przez jedno zwierzę na dobę
		h		*g*	°C	*kal-g*	*kal-g*	*kal-g*	*kal-g*
1	12—19.VII	52,0	40	83,12	24,5	649,0	— 23,1	625,9	7,2
2	14.VII	8,5	20	211,30	24,2	294,3	—26,1	268,2	37,9
3	17.VII	5,0	20	140,74	24,5	173,2	—26,1	147,1	35,3
4	25.VII	4,5	15	103,80	27,8	91,6	+26,7	118,3	42,1
5	26.VII	8,0	15	98,71	27,3	208,1	+47,8	225,9	45,2
6	7.VIII	5,5	15	100,58	26,2	132,2	— 1,5	130,7	37,9
7	8.VIII	6,0	15	90,95	26,0	144,3	+13,7	158,0	42,1
8	14.VIII	6,0	15	95,08	25,0	132,9	+22,2	155,1	41,4

Pokarm wywiera wpływ nie tylko na szybkość oksydacji, lecz przyśpiesza jednocześnie w jednakowej prawie mierze całokształt procesów przemiany materji i energji. Dowodzą tego następne serje doświadczeń, w których badałem bądź produkcję cieplną, bądź też wymianę tlenu i dwutlenku węgla, i przemianę azotu i węgla.

http://rcin.org.pl

Tabl. XXXVI, XXXVII i XXXVIII przedstawiają wyniki pomiarów kalorymetrycznych, wykonanych w warunkach analogicznych do pierwszego doświadczenia próbnego. W doświadczeniu, podanem na tabl. XXXVI, mierzono produkcję cieplną w kalorymetrze Tangl'a ('13), najpierw w stanie głodu zwierząt (7 dni), a następnie w ciągu miesiąca po pobraniu pokarmu—w różnych odstępach czasu: ilość ciepła wyzwalana przez zwierzęta wzrosła po nakarmieniu z 7,2 do 45,2 *kal. g* (w 12-ym dniu). W doświadczeniach następnych (tabl. XXXVII i XXXVIII) krócej trwające serje wykazały mniej wybitne zwiększanie się przemiany energji pod wpływem różnych ilości pokarmu.

Tablica XXXVII.

Kultura pijawek IV (por. tabl. XXXI).

№ doświadczenia	Data	Czas trwania doświadczenia	Ilość zwierząt	Waga zwierząt	Temperatura	Ilość ciepła			
						skompensowana	jako poprawka na odchylenie od punktu zerowego	wyzwolona przez zwierzęta w czasie doświadczenia	produkowana przez jedno zwierzę na dobę
		h		*g*	°C	*kal-g*	*kal-g*	*kal-g*	*kal-g*
1	10–25.VIII	19,5	30	77,60	25,4	468,4	—29,7	438,7	18,0
2	11—12.VIII	6,0	20	181,77	25,5	289,3	—33,1	256,2	51,2
3	17.VIII	5,0	20	145,75	23,3	222,4	+51,2	273,6	65,7
4	18.VIII	5,5	20	130,05	23,2	260,7	—38,8	221,9	48,4
5	24 VIII	6,5	20	136,65	25,7	240,3	—17,2	223,1	41,2

Równolegle do zmian w natężeniu produkcji cieplnej zmianom jednoznacznym ulegają również procesy oddechowe. Z górą miesiąc trwające doświadczenia respiracyjne (tabl. XXXIX), w których jednocześnie badałem produkcję dwutlenku węgla i zużycie tlenu, wykazały, że wymiana obu składników procesu oddechowego ulega pod wpływem pokarmu jednakowemu stosunkowo przyśpieszeniu; dowodem tego jest wielkość współczynnika oddechowego, który przez cały okres miesięczny po nakarmieniu pozostaje prawie bez zmiany.

Już doświadczenia próbne wykazały, że natężenie przemiany po pobraniu pokarmu nie utrzymuje się bez zmiany na jednym poziomie,

http://rcin.org.pl

Tablica XXXVIII.

Kultura pijawek I (por. tabl. XXVII).

№ doświadczenia	Data	Czas trwania doświadczenia	Ilość zwierząt	Waga zwierząt	Temperatura	Ilość ciepła			
						skompensowana	jako poprawka na odchylenie od punktu zerowego	wyzwolona przez zwierzęta w czasie doświadczenia	produkowana przez jedno zwierzę na dobę
		h		*g*	°C	*kal-g*	*kal-g*	*kal-g*	*kal-g*
1	1—10.VII	63,5	42	100,59	23,7	776,4	+ 25,5	801,9	7,2
2	5—6.VII	9,5	30	223,10	23,3	328,9	+113,2	442,1	37,2
3	6.VII	8,0	30	—	23,4	492,5	— 84,3	408,2	40,8
4	7.VII	3,0	28	190,52	22,7	110,9	+ 44,6	155,5	44,4

Tablica XXXIX.

Kultura pijawek III (por. tabl. V).

№ doświadczenia	Data	Czas trwania doświadczenia	Ilość zwierząt	Waga		Ilość CO_2 wydzielona		Ilość O_2 pobrana		RQ	Temperatura
				wszystk. zwierząt	jednego zwierzęcia	w czasie doświadczenia	przez jedno zwierzę na dobę	w czasie doświadczenia	przez jedno zwierzę na dobę		
		h		*g*	*g*	*cm³*	*cm³*	*cm³*	*cm³*		
1	14—24.VII (Głód)	171,5	18	30,69	1,70	284,2	2,21	389,5	3,03	0,729	24,5
2	25—26.VII	21,0	10	99,88	9,99	65,6	7,50	72,9	8,33	0,900	26,9
3	26—27.VII	21,0	10			59,4	6,79	84,7	9,68	0,701	26,9
4	27—28.VII	23,0	10			71,4	7,45	106,8	11,14	0,668	27,1
5	28—29.VII	23,0	10			65,5	6,83	96,7	10,09	0,677	27,1
6	29—30.VII	16,7	10			49,9	7,17	69,0	9,92	0,724	26,9
7	31.VII—1.VIII	21,5	10			44,1	4,70	68,0	7,59	0,648	24,9
8	1—2.VIII	21,2	10			48,6	5,50	67,8	7,68	0,717	25,2
9	2—3.VIII	21,7	10			51,4	5,68	69,1	7,64	0,744	25,5
10	3—4.VIII	22,5	10			45,1	4,81	67,9	7,24	0,664	25,1
11	4—6.VIII	47,0	10	↓	↓	105,1	5,37	145,6	7,43	0,722	25,1
12	6—7.VIII	26,6	10	59,66	5,97	61,0	5,50	85,9	7,75	0,710	25,1
13	8—9.VIII	22,2	9	56,43		42,8	5,14	63,2	7,59	0,677	25,0
14	9—10.VIII	21,7	9			41,9	5,15	60,8	7,47	0,690	24,8
15	10—11.VIII	21,7	9	↓	↓	38,9	4,78	60,5	7,43	0,643	24,8
16	20—22.VIII	47,7	8	40,03	5,00	63,2	3,97	95,7	6,02	0,661	23,4

http://rcin.org.pl

lecz, przeciwnie, wykazuje z biegiem czasu pewien charakterystyczny przebieg z maximum, przypadającem w niejednakowych odstępach czasu. Tak np. w serji, podanej na tabl. XXXV, pijawki ujawniły maximum dopiero po upływie tygodnia, w doświadczeniu kalorymetrycznem (tabl. XXXVI) po dwunastu dniach, w doświadczeniu zaś oddechowem (tabl. XXXIX) — już po upływie trzech dni. Przyczyną tej rozbieżności jest bezwątpienia niestałość temperatury, której zmiany niwelują charakterystyczny dla całego okresu przemiany przyrostowej przebieg krzywej natężenia przemiany.

Tablica XL.

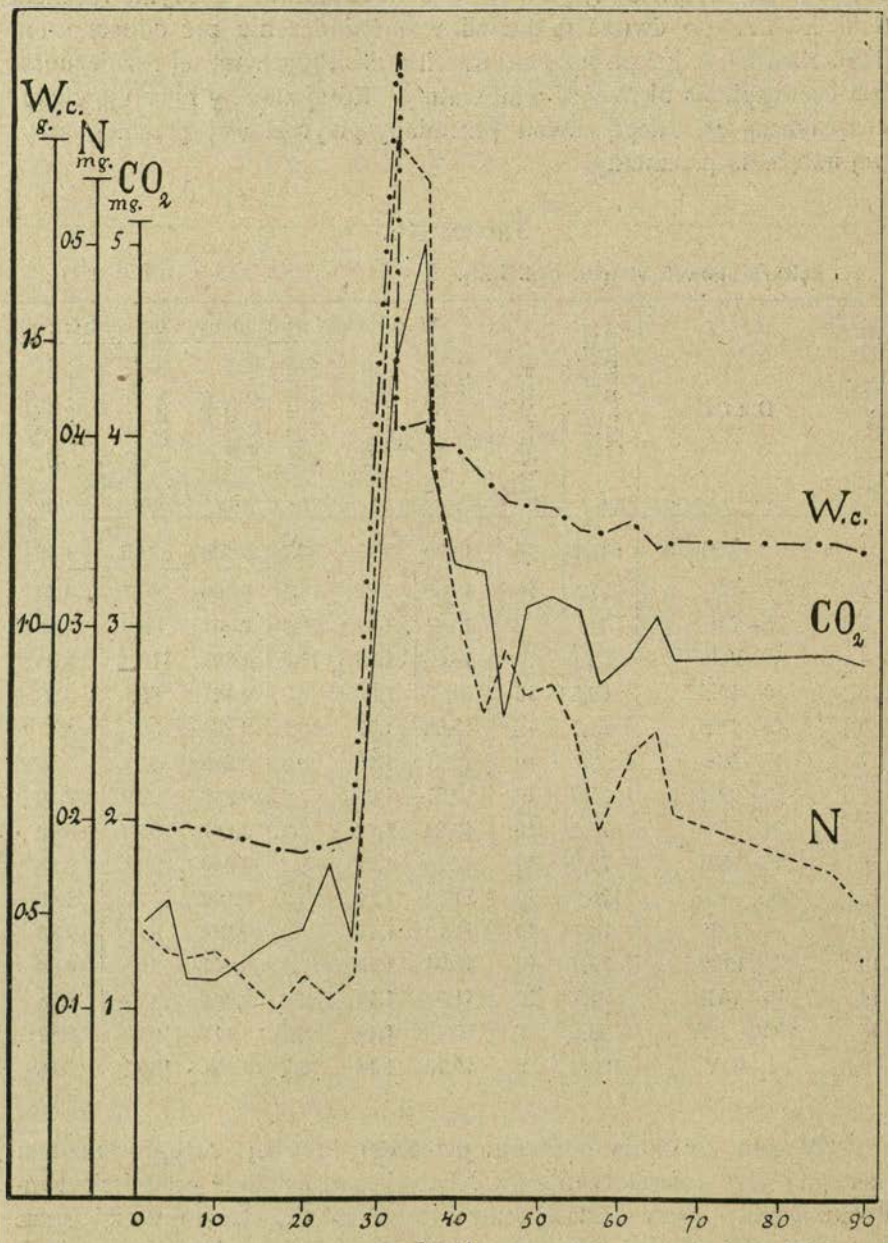
Kultura pijawek VI (por. tabl. XXI). t. = 25° C.

№ doświadczenia	Data	Czas trwania doświadczenia	Ilość zwierząt	Waga		N wydzielony		CO_2 wydzielony	
				wszystkich zwierząt	jednego zwierzęcia	w czasie doświadczenia	przez jedno zwierzę na dobę	w czasie doświadczenia	przez jedno zwierzę na dobę
		h		*g*	*g*	*mg*	*mg*	*mg*	*mg*
1	31—1.II (Głód)	617,2	23	14,96	**0,65**	63,7	**0,108**	837,6	**1,42**
2	2—5.II	77,5	10	20,05	**2,00**	18,1	**0,560**	140,7	**4,36**
3	5—7.II	47,0	10	13,41	**1,34**	10,4	**0,531**	99,0	**5,06**
4	7—10.II	72,5	10	13,58	**1,36**	11,8	**0,391**	116,2	**3,84**
5	10—13.II	69,5	10	13,23	**1,32**	9,3	**0,321**	95,1	**3,28**
6	13—17.II	95,5	10	13,08	**1,31**	10,1	**0,254**	130,5	**3,27**
7	17—19.II	48,2	10	12,61	**1,26**	5,8	**0,289**	51,1	**2,54**
8	19—22.II	71,2	10	12,27	**1,23**	7,8	**0.263**	92,9	**3,13**
9	22—25.II	70,2	10	12,24	**1,22**	7,8	**0,267**	93,3	**3,19**
10	25—28.II	70,2	10	12,16	**1,22**	7,2	**0.246**	90,4	**3,09**
11	28.II—4.III	116,2	10	11,84	**1,18**	9,3	**0,192**	130,0	**2,69**
12	4—7.III	74,7	10	11,70	**1,17**	7,2	**0,231**	88,0	**2,83**
13	7—10.III	72,0	10	11,91	**1,19**	7,4	**0,247**	91,8	**3,06**
14	10—13.III	71,7	10	11,36	**1,14**	6,0	**0,201**	83,2	**2,78**
15	29.III—2.IV	96,5	9	10,48	**1,16**	6,2	**0.171**	103,8	**2,87**
16	2—6.IV	100,0	9	10,30	**1,14**	5,8	**0,154**	104,3	**2,78**

W celu zbadania istotnego przebiegu krzywej, przeprowadziłem następną serję doświadczeń (tabl. XL), w której badałem produkcję dwutlenku węgla i azotu w stałej temperaturze 25° C., utrzymywanej przez cały czas trwania serji zarówno przedwstępnej, jak eksperymentalnej.

http://rcin.org.pl

Krzywa ciągła, podana na rys. 1, ilustruje przebieg szybkości produkcji dwutlenku węgla przed i po pobraniu pokarmu.



Rys. 1.

http://rcin.org.pl

Rysunek wyjaśnia, że najintensywniejszą przemianę zwierzęta ujawniają w pierwszych dniach po nakarmieniu, przyczem maximum występuje dopiero w ciągu drugiego dnia. Po upływie około tygodnia czasu szybkość produkcji dwutlenku węgla ulega znacznej redukcji, która w doświadczeniu omawianem osiąga $^1/_3$ wartości maksymalnej okresu poprzedniego. Począwszy od tego poziomu natężenie przemian ulega dalszej lecz już powolniejszej redukcji, związanej ze stopniowem ekspensowaniem zapasów pokarmu.

Przebieg krzywej możemy tłumaczyć w ten sposób, iż pobranie znacznych ilości pokarmu stanowi w pierwszym momencie silny bodziec, wybitnie podniecający procesy przemiany materji. Okres wzmożonej przemiany jest, bezwątpienia, skutkiem nie tylko specyficznie dynamicznego działania białka pokarmowego, lecz niezawodnie stanowi również efekt energetyczny procesów wydzielniczych, zachodzących w czasie eliminowania cieczy wodnistej. Nie jest również rzeczą wykluczoną, iż w pokarmie znajdować się mogą pewne substancje podniecające, które są wydzielane na zewnątrz w czasie wzmożonej ekskrecji. Okres następny—ustalania się szybkości procesów rozpadowych jest wynikiem dojścia do stanu równowagi między ilością zapasów w jelicie a szybkością ich zużywania.

Równoległość zjawisk zmniejszania się natężenia przemian i redukcji wagi ciała na skutek utraty wody (por. rys. № 1) może nasunąć przypuszczenie, iż wzmożenie początkowe przemiany nie jest skutkiem swoistego działania pokarmu, lecz zależne jest li tylko od wzmożonej pracy mięśniowej, spowodowanej zwiększeniem się wagi ciała wskutek pobrania znacznych ilości pokarmu; przypuszczenie to usprawiedliwiałyby poniekąd badania Cohnheim'a i Uexküll'a ('12), którzy stwierdzili u pijawki wpływ wybitny pracy mięśniowej na szybkość wymiany oddechowej.

Przeciwko interpretacji powyższej świadczy jednak szereg względów, przedewszystkiem zaś ten fakt, że pobranie pokarmu działa w sposób deprymujący na ruchy zwierząt. Nawet gdyby po pobraniu pokarmu pijawki ujawniały ruchliwość ożywioną, to i w tym przypadku, jak wykazały poszukiwania wspomnianych autorów, dla wywołania kilkakrotnego wzmożenia wymiany gazowej niezbędne byłoby kilkakrotnie większe obciążenie, niż w przypadku pobrania maksymalnych ilości pokarmu. Wreszcie przeciwko temu tłumaczeniu przemawiają doświadczenia same, w których zmiany w intensywności przemiany zachodzą nie współcześnie ze zmianami wagi ciała. Tak np. w ostatniej serji doświadczalnej (tabl. XL i rys. 1) najintensywniejsza przemiana wystąpiła

http://rcin.org.pl

między trzecim a piątym dniem, gdy waga ciała zwierząt spadła w tym czasie z 2,00 do 1,34 *g*, t. j. do 70%. W innych doświadczeniach, zwłaszcza kalorymetrycznych, przemiana energji utrzymuje się przez czas dłuższy bez zmiany, aczkolwiek waga ciała w tymże czasie ulega znacznej redukcji.

Opierając się na wynikach znanych doświadczeń Rubner'a ('02) nad wpływem różnych rodzajów pokarmu na przemianę energji zwierząt ciepłokrwistych, z góry można było przypuszczać, że i u pijawek stopień wzmożenia przemiany zależeć będzie od ilości pobranego pokarmu. Rubner stwierdził, że swoiste działanie dynamiczne białka pokarmowego wynosi około 31% przemiany głodowej przy zupełnem pokryciu energetycznem stopy głodowej: zwiększenie przemiany energji jest proporcjonalne do ilości podanego pokarmu.

Tablica XLI.

№ serji doświadczeń	№ tablicy	Waga ciała zwierzęcia głodzonego *g*	Ilość krwi, pobranej przez jedną pijawkę		Jednostki, w których mierzono natężenie przemiany	Natężenie przemiany		Zwiększenie przemiany	
			w gramach	w procentach wagi ciała		w stanie głodu	po pobraniu pokarmu	w jednostkach bezwzględnych	w procentach przemiany głodowej
1	XLII	0,99	1,28	28,3	*mg* CO_2	2,98	4,65	1,67	56,0
2	XL	0,65	1,35	107,7	*mg* CO_2	1,42	4,71	3,29	231,0
3	XXXVIII	2,39	5,05	111,2	*kal.-g*	7,2	39,0	31,8	441,6
4	XXXVII	2,59	6,50	150,9	*kal.-g*	18,0	58,4	40,4	224,4
5	XXXV	2,84	7,26	155,6	cm^3 O_2	3,69	8,33	4,64	125,4
6	XXXVI	2,08	8,48	307,7	*kal.-g*	7,2	36,6	29,4	408,3
7	XXXIX	1,70	8,29	387,6	cm^3 O_2	3,03	9,0	5,97	197,0

Analogiczna zależność zaznacza się wyraźnie już w szeregu doświadczeń powyższych, których wyniki główne zebrane zostały na tabl. XLI: ilość pokarmu została tutaj wyrażona w procentach wagi ciała, zaś wpływ jego na przemianę—w procentach przemiany głodowej, przyczem w obliczeniu natężenia przemiany po nakarmieniu brano przeciętną z kilku pierwszych obserwacyj. Aczkolwiek przyśpieszenie przemiany jest tutaj, biorąc naogół, zależne od ilości pokarmu, to jednak w zestawieniu kolumn odnośnych występują odchylenia dosyć znaczne, mające swe źródło w zmiennych warunkach cieplnych,

http://rcin.org.pl

w jakich doświadczenia powyższe były prowadzone, w różnorodności materjału badanego i metod stosowanych.

Tablica XLII.

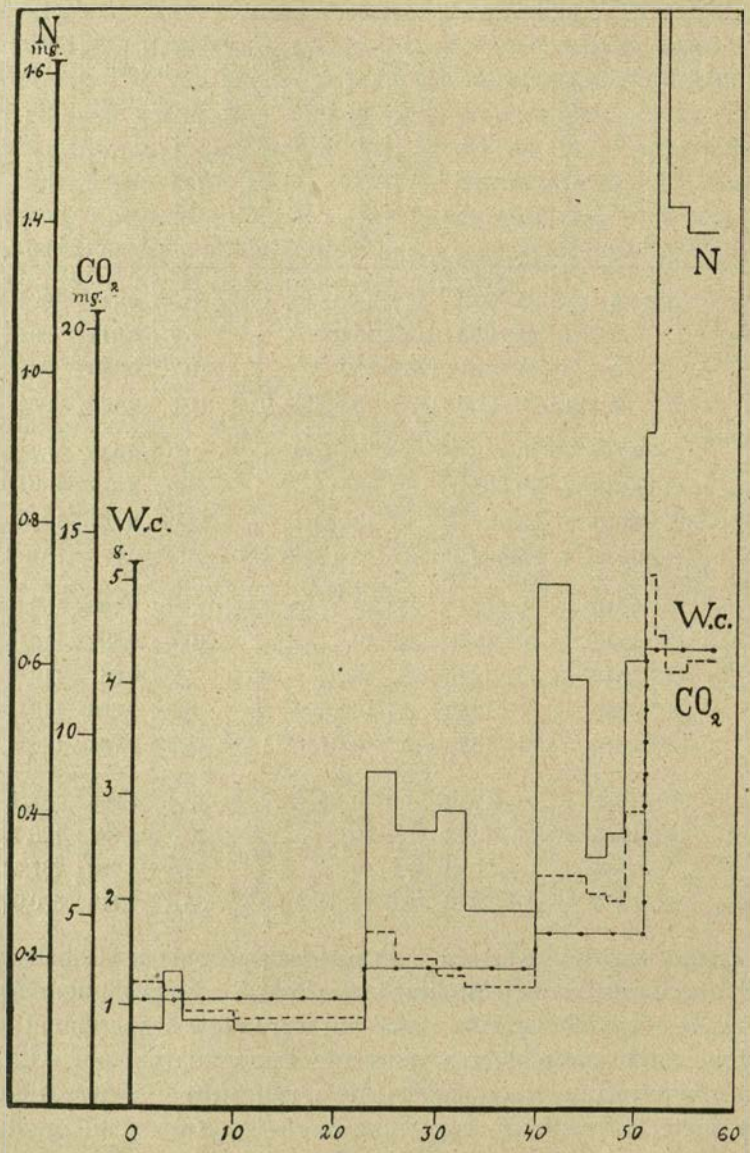
Kultura pijawek VIII. t = 25 °C.

№ serji doświadczeń	Stan zwierząt	Ilość krwi pobranej: w czasie doświadczenia	Ilość krwi pobranej: od początku przez jedno zwierzę	№ doświadczenia	Data	Czas trwania doświadczenia	Ilość zwierząt	Waga: wszystkich zwierząt	Waga: jednego zwierzęcia	Ilość N wydzielona: w czasie doświadczenia	Ilość N wydzielona: przez jedno zwierzę na dobę	Ilość CO_2 wydzielona: w czasie doświadczenia	Ilość CO_2 wydzielona: przez jedno zwierzę na dobę
		g	*g*			*h*		*g*	*g*	*mg*	*mg*	*mg*	*mg*
I	Głodzone	0	**0**	1	25—27.I	47,7	15	15,95	1,06	3,3	**0,111**	102,8	**3,45**
		0	**0**	2	27—29.I	43,3	15	↓	↓	5,7	**0,211**	90,9	**3,36**
		0	**0**	3	29.I—3.II	126,0	15			10,7	**0,136**	202,8	**2,58**
		0	**0**	4	3—11.II	186,7	15	14,93	0,99	15,6	**0,133**	297,9	**2,55**
II	Karmione	3,13	**0,313**	1	16—19.II	73,0	10	12,71	1,27	13,9	**0,457**	152,9	**5,03**
		3,13	**0,313**	2	19—23.II	95,2	10	↓	↓	15,0	**0,378**	169,5	**4,27**
		3,13	**0,313**	3	23—26.II	71,7	10			12,0	**0,401**	121,4	**4,06**
		3,13	**0,313**	4	26.II—6.III	186,5	10	12,98	1,30	21,2	**0,273**	251,4	**3,23**
III	Karmione	4,97	**0,810**	1	6—8.III	52,2	10	17,95	1,79	15,4	**0,708**	136,1	**6,26**
		4,97	**0,810**	2	8—10.III	42,5	10	↓	↓	10,4	**0,587**	110,8	**6,26**
		4,97	**0,810**	3	10—12.III	47,7	10			7,2	**0,361**	116,9	**5,88**
		4,97	**0,810**	4	12—14.III	50,7	10			8,3	**0,393**	119,8	**5,67**
		4,97	**0,810**	5	14—16.III	44,7	10	17,07	1,71	11,2	**0,601**	146,5	**7,87**
IV	Karmione	27,5	**3,585**	1	16—17.III	27,5	10	44,82	4,48	10,4	**0,908**	167,5	**14,6**
		27,5	**3,585**	2	17—18.III	23,0	10	↓	↓	20,0	**2.087**	126,4	**13,2**
		27,5	**3,585**	3	18—20.III	47,5	10			23,8	**1,203**	237,4	**12,0**
		27,5	**3,585**	4	20—23.III	72,0	10	44,20	4,42	35,8	**1,170**	370,9	**12,4**

Z tego względu wskazane było przeprowadzenie serji doświadczeń w warunkach możliwie jednolitych, a więc — z zachowaniem stałości wszystkich, z wyjątkiem ilości pokarmu, warunków eksperymentu. Doświadczenie, odpowiadające wymaganiom powyższym (tabl. XLII), zostało przeprowadzone na jednej i tej samej grupie zwierząt kultury ósmej; mierzono produkcję dwutlenku węgla i azotu w stanie głodu i po podaniu różnych ilości pokarmu. Całe doświadczenie, prowadzone w stałej temperaturze 25° C. w ciągu dwu miesięcy, rozpada się na cztery okresy. W pierwszym okresie, będącym serją doświadczeń

http://rcin.org.pl

przedwstępnych, zwierzęta znajdowały się w stanie głodu; na początku okresu drugiego, nakarmiono je małą ilością (0,313 *g*) pokarmu, w dwu zaś pozostałych, następujących po sobie okresach, ilość krwi, pobieranej każdorazowo przez pijawki, była coraz większa (0,810 i 3,585 *g*).



Rys. 2.

Z porównania odnośnych kolumn tablicy, a zwłaszcza z krzywych rys. 2, które wyobrażają przebieg szybkości produkcji dwutlenku węgla

http://rcin.org.pl

szybkość wydalania azotu i zachowanie się wagi ciała przez cały czas trwania doświadczenia wynika, iż przyśpieszenie procesów przemiany materji pozostaje w ścisłym związku z ilością pobranego pokarmu, przyczem współrzędny przebieg krzywych wskazuje na to, że przyśpieszenie to jest proporcjonalne do ilości wprowadzonego naraz pokarmu.

Tablica XLIII.

№ seryi doświadczeń	Stan zwierząt	Ilość krwi, pobranej przez jedną pijawkę *g*	Przeciętna ilość CO_2, produkowana przez jedno zwierzę w ciągu doby *mg*	Przyrost produkcji CO_2, odpowiadający pobranemu pokarmowi *mg*	Przyrost produkcji CO_2, odpowiadający 1 *g* pokarmu	
					w *mg* CO_2	w procentach przemiany głodowej
I	Głodzenie	0	2,98	—	—	—
II	Pobranie pokarmu . .	0,313	4,15	1,17	3,73	125,8
III	„ „	0,497	6,39	2,24	4,51	151,3
IV	„ „	2,775	13,05	6,66	2,40	80,5
					3,55	119,2

Zależności powyższej wyraźnie dowodzi powyższa, będąca wyciągiem rezultatów poprzedniego doświadczenia, tabl. XLIII, w której podano przeciętny przyrost produkcji dwutlenku węgla, spowodowany pobraniem odpowiedniej dla każdego okresu eksperymentalnego ilości pokarmu. Z obliczeń tych wypływa, że pobraniu jednego grama krwi odpowiada stały przyrost produkcji dwutlenku węgla w ilości 3,55 *mg* na dobę, w warunkach doświadczenia, t. j. wobec równej 1,02 *g* wagi ciała zwierzęcia głodzonego, wydzielającego przed pobraniem pokarmu 2;98 *mg* CO_2 dziennie. Stąd obliczenia odnośne doprowadzają do wniosku, iż ilość pokarmu, zawarta w jednym gramie krwi (w tem około 685 *kal. g* energji fizjologicznie użytecznej), która 160-ciokrotnie pokrywa dzienną stopę głodową jednego grama żywej wagi ciała (4,13 *kal. g*) zwiększa natężenie procesów rozpadowych o 120% w porównaniu z przemianą głodową. Wobec tego, że w pewnych przypadkach zwierzęta są w stanie wprowadzić do swego przewodu pokarmowego ilość krwi, pięciokrotnie przewyższającą wagę ich ciała, stąd można

http://rcin.org.pl

powziąć wyobrażenie o olbrzymich zapasach pokarmu, w jaki pijawki są w stanie zaopatrzyć się jednorazowo, i o—rozrzutności, z jaką ekspansują one fizjologicznie rozporządzalną energję pokarmu.

W ostatnio omawianem doświadczeniu (tabl. XLII) prócz dwutlenku węgla wyznaczałem w wydalinach również azot. Na rys. 2 została przedstawiona również krzywa azotu, wydzielonego przez jedno zwierzę dziennie. Z liczb tablicy i z rysunku widać, że ilość azotu w wydalinach zwiększa się pod wpływem pokarmu znacznie wybitniej, niż produkcja dwutlenku węgla: krzywa azotu, po każdorazowem pobraniu krwi wybiega znacznie wyżej ponad krzywą dwutlenku węgla, również nagle opadając potem w ciągu dni następnych.

W doświadczeniu tem okresy obserwacyjne po karmieniu trwały dosyć krótko, wskutek czego doświadczenie to nie daje wyobrażenia o wzajemnem zachowaniu się tych dwu krzywych w okresach późniejszych przemiany przyrostowej. Warunkowi temu czyni natomiast zadość inna serja doświadczeń, przedstawiona na poprzedniej tabl. XL i na rys. 1, trwająca około dwu miesięcy. Na podstawie przebiegu krzywych stwierdzamy tutaj, że okres wzmożonej ekskrecji azotu po pobraniu pokarmu trwa stosunkowo dosyć krótko: po upływie około dwu tygodni krzywa produkcji azotu opada znacznie niżej krzywej dwutlenku węgla, dochodząc stopniowo do stopy głodowej, gdy natomiast produkcja dwutlenku węgla zmniejsza się w tymże czasie znacznie powolniej.

Ponieważ wydzielanie dwutlenku węgla jest tylko do pewnego stopnia miarą przemiany węgla, przeto w tymże doświadczeniu wyznaczano dodatkowo ilość węgla w wydalinach stałych; w ten sposób możliwe było zbadanie, w jakim stosunku względem siebie pozostają w okresie przemiany przyrostowej węgiel do azotu.

Przedstawione na tabl. XLIV zachowanie się i stosunek przemiany azotowej do węglowej przez cały okres badawczy potwierdza i rozszerza wyniki poprzednie: wartość stosunku C/N, będącego miarą przemiany związków azotowych i bezazotowców, spada nagle zaraz po pobraniu pokarmu, co potwierdza wynik poprzedni: mianowicie wskutek wzmożenia stosunkowego produkcji azotu wartość C/N zmniejsza się z 4,12 (por. tabl. XXI) do 2,54. Przez cały następny okres obserwacji przemiana azotowa wykazuje w stosunku do przemiany węglowej stałą stopniową redukcję, odźwierciadlającą się w postępowem zwiększaniu się stosunku C/N: rozkładając całą serję doświadczalną na cztery okresy, otrzymamy następujący szereg wartości przeciętnych dla stosunku C/N: 3,26—3,96—4,23—5,74.

http://rcin.org.pl

Interpretacja ostateczna wyniku powyższego nie da się w chwili obecnej przeprowadzić z dwu powodów. Przedewszystkiem jest rzeczą prawdopodobną, iż krew, będąca pokarmem pijawek, zawiera pewne ilości azotu niebiałkowego, którego wzmożone wydzielanie po pobraniu pokarmu może maskować przemianę białkową. Drugim powodem jest ta okoliczność, iż nie znając zmian chemicznych, zachodzących w samem ciele zwierząt, nie możemy wyświetlić dalszych losów cząsteczki białkowej, ulegającej, jak wiadomo, tylko częściowej dezintegracji.

Tablica XLIV.

Kultura pijawek VI. t. = 25° C.

№ doświadczenia	Data	Czas trwania doświadczenia	Ilość zwierząt	Waga zwierząt	CO_2			C			N	C/N
					w powietrzu	w wodzie	produkcja ogólna	w CO_2	w wydalinach stałych	ogólna ilość w produktach rozpadu	w produktach rozpadu	
		h		*g*	*mg*	*mg*	*mg*	*mg*	*mg*	*mg*	*mg*	
1	2—5 II	77,5	10	20,05	105,5	35,2	140,7	38,4	7,6	46,0	18,1	2,54
2	5—7.II	47,0	10	13,41	73,1	25,9	99,0	27,0	9,5	36,5	10,4	3,52
3	7—10.II	72,5	10	13,58	90,9	25,3	116,2	31,7	7,2	38,9	11,8	3,30
4	10—13.II	69,5	10	13,23	73,8	21,3	95,1	25,9	8,4	34,3	9,3	3,70
5	13—17.II	95,5	10	13,08	104,6	25,9	130,5	35,6	8,1	43,7	10,1	4,31
6	17—19.II	48,2	10	12,61	34,4	16,7	51,1	13,9	4,6	18,5	5,8	3,20
7	19—22.II	71,2	10	12,27	74,2	18,7	92,9	25,4	5,5	30,9	7,8	3,98
8	22—25.II	70,2	10	12,24	76,8	16,5	93,3	25,4	8,5	33,9	7,8	4,35
9	25—28.II	70,2	10	12,16	74,1	16,3	90,4	24,6	6,4	31,0	7,2	4,29
10	28.II—4.III	116,2	10	11 84	109,4	20,6	130,0	35,4	7,4	42,8	9,3	4,59
11	4—7.III	74,7	10	11,70	66,9	21,1	88,0	24,0	5,9	29,9	7,2	4,15
12	7—10.III	72,0	10	11,91	68,4	23,4	91,8	25,0	7,1	32,1	7,4	4 31
13	10—13.III	71,7	10	11,36	63,6	19,6	83,2	22,7	5,4	28,1	6,0	4,65
14	29.III—2.IV	96,5	9	10,48	84,2	19,6	103,8	28,3	13,2	41,5	6,2	6,71
15	2—6.IV	100,0	9	10,30	95,2	9,1	104,3	28,4	5,5	33,9	5,8	5,88

Pomijając możliwość maskowania początkowego okresu przemiany azotowej przez ekskrecję azotu niebiałkowego, wynik doświadczenia powyższego moglibyśmy narazie interpretować w ten sposób, że białko stanowi główny, jeśli nie wyłączny, materjał pokar-

http://rcin.org.pl

mowy, którego kosztem odbywają się procesy przemiany materji, zachodzące w pierwszym okresie po pobraniu krwi: białkowa w stanie głodu przemiana materji pijawek zyskuje wtedy charakter jeszcze wybitniejszy.

Z biegiem czasu, wskutek coraz to bardziej intensywnego udziału bezazotowców, rozpad białka pokarmowego stopniowo staje się coraz mniejszy.

Niezmiernie niska wartość stosunku *C/N* w ciągu pierwszych trzech tygodni po nakarmieniu, wartość, wykraczająca znacznie poza ustosunkowanie tych pierwiastków w białku (= 3,33), świadczy o tem, że pewna część węgla białkowego nie zjawia się w produktach przemiany materji; retencja zaś węgla jest dowodem ograniczonego rozpadu cząsteczki białka pokarmowego. Ponieważ w okresie początkowo wzmożonej przemiany azotowej odbywają się niewątpliwie procesy przyrostowe, nie jest więc wykluczona możliwość, że reszta cząsteczki białkowej po odszczepieniu azotu zostaje przekształcona w związki bezazotowe, które zostają odłożone w postaci substancyj zapasowych, zwłaszcza zaś—pod postacią glikogenu, który, jak wiemy, bierze żywszy od innych składników udział w przemianie głodowej. Nie znając jednak zmian chemicznych, jakie zachodzą w ciele pijawek w czasie odżywiania, nie posiadamy dowodów bezpośrednich, któreby mogły wyświetlić dalsze losy białka w przemianie przyrostowej pijawek.

Tutaj wkraczamy w ciemną zupełnie, bardzo ciekawą i niezmiernie ważną dziedzinę chemizmu asymilacji u zwierząt zmiennocieplnych. Poszukiwania w tym kierunku przedsięwzięte mogłyby rzucić zupełnie nowe światło na sprawy z reintegracją białka organizowanego związane.

---

http://rcin.org.pl

CZĘŚĆ IV.

Wnioski ogólne.

W rozważaniach poniższych zamierzam raz jeszcze podkreślić główne wyniki moich poszukiwań na tle współczesnych wiadomości w zakresie ogólnej przemiany materji i energji ustroju zwierzęcego.

Zjawiska metabolizmu i energetyki ustroju, jako całości, możemy traktować porównawczo z dwu punktów widzenia: albo rozważając i analizując czynniki, warunkujące zmienne natężenia przemian materjalnych i energetycznych w różnych warunkach fizjologicznych ustroju, lub też — badając jakość zmian chemicznych, które w tych warunkach zachodzą. Dwie powyższe kategorje zagadnień będziemy traktowali osobno.

Jak wynika z części faktycznej pracy niniejszej, natężenie przemiany u pijawek waha się w granicach bardzo szerokich w zależności od warunków zewnętrznych i od stanu fizjologicznego, w jakim zwierzęta się znajdują: temperatura, odżywianie lub głód, praca mięśniowa i t. p., są to czynniki, które kilkakrotnie zmienić mogą szybkość spaleń w ustroju.

W temperaturze stałej, po możliwem zredukowaniu pracy mięśniowej i — odcięciu dopływu pokarmu, intensywność strat, jakie organizm ujawnia, osiąga wartość minimalną. Wartość ta, która przy zachowaniu identycznych i niezmiennych warunków jest dla danego gatunku zwierzęcego charakterystyczną wielkością stałą, może w zależności od stopnia głodzenia ulegać zmianom.

Z pośród szeregu różnych możliwości przypuszczać z góry możemy dwa następujące prawdopodobne przypadki.

W pierwszym—szybkość procesów katabolicznych i katenergetycznych może nie ulegać żadnej zmianie, pozostając przez cały czas głodu na jednym poziomie: wobec stałej wartości strat, waga ciała, ulegając

http://rcin.org.pl

redukcji, wykazywać będzie zależność linjową od czasu trwania głodu.

W przypadku drugim — natężenie procesów rozpadowych zmniejsza się stopniowo w miarę trwania głodu: jeżeli zależy ono od ilości w ustroju masy czynnej (swoistej struktury fizyko chemicznej, substancji żyjącej) i jeżeli waga ciała jest dopuszczalnym (aczkolwiek niezupełnie dokładnym) równoważnikiem ilości tej masy w ustroju, to przebieg natężenia przemiany materji i energji badać możemy jako funkcję wagi ciała. W przypadku prawdopodobnym zależności proporcjonalnej między wagą ciała a natężeniem procesów rozpadowych, zależność tych dwu zjawisk w czasie, t. j. natężenia przemiany i redukcji wagi ciała będzie posiadała charakter funkcji wykładniczej.

Doświadczenia moje w tym kierunku prowadzone dają odpowiedź jednoznaczną, wykluczającą pierwszą możliwość. Badając szybkość oksydacji pijawek głodzonych w temperaturze stałej, stwierdziłem prostą zależność między wagą ciała pijawek a natężeniem spalań (por. tabl. VI), która ujawnia się bez względu na czas trwania głodu i stopień redukcji ciała: ilość tlenu, zużywana przez jednostkę wagi żywej w jednostkę czasu, jest wielkością stałą i wynosi przeciętnie 1,666 cm^3 tlenu w odniesieniu do jednego grama wagi żywej na dobę, co równa się 4,25 *kal. g* produkcji cieplnej. Oczywista, iż wskutek stałej szybkości względnej procesów katabolicznych, wartość bezwzględna strat zmniejsza się stopniowo w miarę trwania głodu—wskutek redukcji masy bioenergetycznie czynnej. Dzięki temu zarówno natężenie procesów energetycznych jak i ilość energji chemicznej, której odpowiednikiem jest waga ciała, wykazywać muszą zależność wykładniczą od czasu, który upłynął od chwili odcięcia dopływu substancyj pokarmowych z zewnątrz.

Zależność powyższa między stopą dezasymilacyjną a ilością aktualną masy czynnej w ustroju, którą to zależność, w razie powszechnego jej stwierdzenia, moglibyśmy nazwać prawem wykładniczem przemiany głodowej, jest najprostszym ujęciem rozważanego zjawiska. Trudności zjawiają się jedynie w interpretacji wagi, wzgl. objętości ciała, jako równoważnika ilości masy czynnej w ustroju.

U zwierząt, które nie posiadają w swem ciele składników biernych (szkielet, duże zapasy tłuszczu), i u których, jak przekonamy się poniżej, wszystkie składniki ciała jednocześnie i równomiernie biorą udział w przemianie materji, — waga (wzgl. objętość) ciała jest dopuszczalną a nawet najzupełniej wystarczającą jednostką mierniczą natężenia pro-

http://rcin.org.pl

cesów rozpadowych, a prawo wykładnicze występuje tutaj w najprostszej swej postaci i w całej pełni.

Istotnie, jak wynika z nieogłoszonej jeszcze pracy J. Viewegerowej, u wymoczków *(Colpidium colpoda)* objętość ciała ulega w czasie głodu redukcji według krzywej wykładniczej (por. rys. 3); należy przypuszczać, że podobnież zachowuje się u tych zwierząt i szybkość procesów katabolicznych. Proporcjonalność strat do aktualnej wielkości zwierzęcia w czasie głodu należy przypuszczać również i w tych doświadczeniach, w których, odwrotnie, badano tylko przebieg natężenia przemiany. Tak np. Lipschütz ('15) poddał ostatniemi czasy analizie wyniki badań innych autorów, stwierdzając przebieg wykładniczy natężenia przemiany w czasie głodu (np. u drożdży, których przemianę energji badał Rubner ('13)[1]).

Co się tyczy zwierząt wyższych, to aczkolwiek występują tutaj komplikacje wielorakie, zacierające stosunek prosty wagi ciała do natężenia procesów rozpadowych, to jednak przy bliższej analizie, opartej na liczniejszych niż dotąd poszukiwaniach, prawo wykładnicze niezawodnie dałoby się zastosować. Wynika to z badań Lipschütz'a ('10) nad węgorzami: intensywność oddychania tych zwierząt, jak to wypływa z analizy Pütter'a ('11), zmniejsza się w miarę trwania głodu według krzywej wykładniczej.

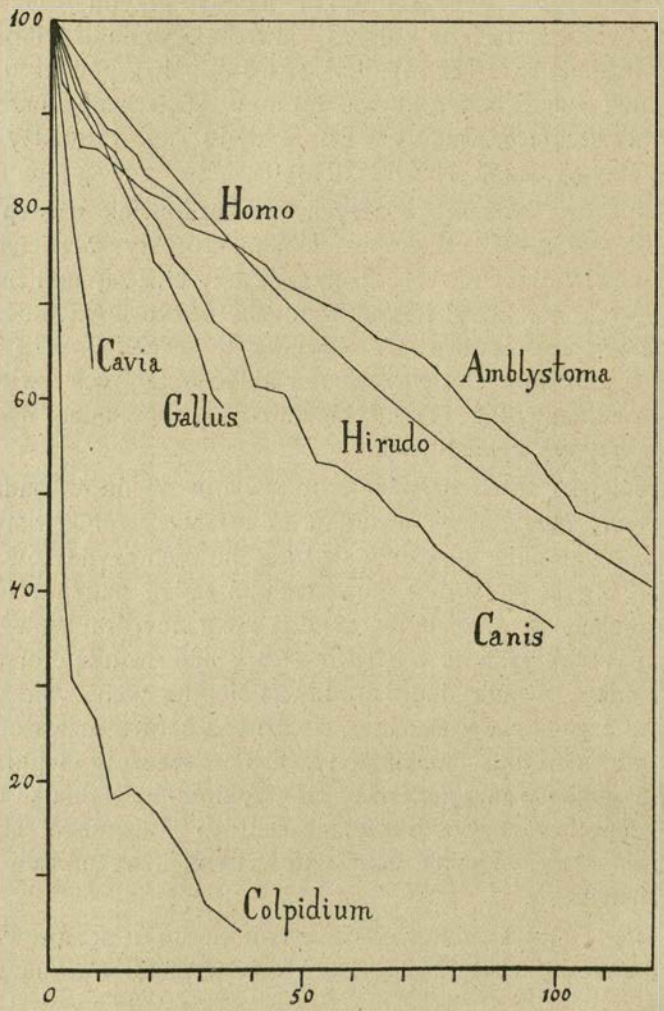
Znaczniejsze trudności w interpretowaniu wyników badań autorów spotykamy specjalnie w stosunku do zwierząt ciepłokrwistych z powodu prawdopodobnie zjawienia się tutaj nowych czynników, związanych bądź z regulacją cieplną (powierzchnia ciała), bądź też ze specjalnem znaczeniem w przemianie materji substancyj zapasowych ciała. Pomimo to jednak badania Rubner'a ('81) nad świnką morską wykazują, iż w miarę trwania głodu produkcja cieplna tych zwierząt zmniejsza się wraz z wagą ciała. Ponadto, z ważnych bardzo rozważań Voit'a ('01 a) w tym kierunku, wynikałoby, iż i u zwierząt ciepłokrwistych natężenie przemiany energji zależy od aktualnej ilości białka organizowanego, zdeponowanego w narządach ustroju głodzonego, aczkolwiek powierzchnia ciała odgrywa tutaj, jak wiadomo, ważną rolę czynnika termoregulacyjnego.

Z powodu braku odpowiednio w tym kierunku przeprowadzonych badań w różnych grupach zwierzęcych i ze względu na znaczną kom-

[1]) Według Child'a ('13) szybkość produkowania dwutlenku węgla u wypławków nie zależy od czasu trwania głodu i pozostaje bez zmiany nawet u zwierząt, które wielekrotnie zredukowały wielkość ciała; wyniki te należałoby sprawdzić, badając całkowitą wymianę tych zwierząt w czasie głodu.

http://rcin.org.pl

plikację przemiany głodowej u zwierząt wyższych, kwestja powyższa nie jest do tego stopnia dojrzała, ażeby już obecnie można było uzasadnić powszechność prawa wykładniczego przemiany głodowej. Wyniki znanych w literaturze doświadczeń długotrwałych przemawiają za tem, że krzywa wagi ciała zwierząt, poddanych głodzeniu, może odchylać się znacznie od przebiegu krzywej wykładniczej.



Rys. 3

Na rys. 3 został wykreślony szereg krzywych, ilustrujących zachowanie się wagi ciała kilku zwierząt głodzonych; odnośne istniejące

http://rcin.org.pl

w literaturze dane zostały obliczone w procentach wagi zwierzęcia niegłodzonego [1]).

Na podstawie rys. 3 stwierdzamy, że z wyjątkiem pijawki i *Colpidium* przebieg krzywej wagi ciała tych zwierząt mniej lub więcej odbiega od kształtu krzywej wykładniczej. Być może, iż gdyby obserwacje odnośne nad zachowaniem się wagi ciała w czasie głodu mogły trwać przez czas dłuższy, to charakter wykładniczy tych krzywych ujawniłby się wyraźniej. Odchylenia wskazują na to, iż straty w wadze ciała w okresach późniejszych są większe, niż należałoby się tego spodziewać z rzeczywistego przebiegu natężenia przemiany materji i energji, które, jak stwierdził Rubner ('81) u świnki morskiej, zmniejsza się w miarę trwania głodu. W każdymbądź razie rysunek powyższy przekonywa, że waga ciała zwierząt wyższych, wskutek współdziałania szeregu czynników nowych, nie jest dokładnym odpowiednikiem ilości masy czynnej w ustroju, aczkolwiek przebieg tych krzywych i nachylenie ich względem odciętej daje pojęcie o natężeniu względnem procesów rozpadowych u tych zwierząt.

Nie ulega wątpliwości, iż przebieg wykładniczy natężenia procesów katabolicznych ma to doniosłe znaczenie biologiczne, iż okres czasu, jaki zwierzę przetrwać może bez pokarmu, jest wskutek stałej redukcji strat bezwzględnych znacznie dłuższy. Istotnie, pijawki należą do zwierząt, które przez bardzo długi okres czasu żyć mogą kosztem własnych tkanek. Przekonywują nas o tem, prócz obserwacji bezpośredniej, następujące wyliczenia, oparte na znajomości względnego natężenia przemiany energji pijawek w czasie głodu. Lecz, prócz wartości powyższej, dla wyliczeń tych niezbędna jest znajomość wartości bioenergetycznej jednego grama wagi żywej ciała, t. j. wyrażonej w kalorjach energji chemicznej fizjologicznie użytecznej. Obliczając wartość tę z danych części faktycznej pracy niniejszej, stwierdzamy, że jest ona równa:

Białka:	$144{,}8 \times 3{,}132 =$	453,5 *kal. g*
Tłuszcze:	$8{,}0 \times 8{,}820 =$	70,6 „ „
Glikogen:	$7{,}2 \times 4{,}190 =$	30,2 „ „
		554,3 *kal. g*,

[1]) Krzywa, dotycząca zachowania się wagi ciała człowieka głodzonego, pochodzi z pracy Luciani'ego ('90) i odnosi się do okresu głodowego, przeprowadzonego nad Succi'm w Medjolanie; krzywa psa – z pracy Kumagawy i Miury ('98); krzywa wagi ciała kury—z pracy Schimanski'ego ('79); świnki morskiej — Rubner'a ('81); *Colpidium* — Viewegerowej; aksolotla — Librachówny; pijawki—z danych pracy niniejszej.

http://rcin.org.pl

czyli, że w jednym gramie ciała, zawierającym przeciętnie 160 *mg* substancji suchej, znajduje się 554,3 *kal. g*, które mogą być wyzwolone w postaci ciepła. Ponieważ przy powyższej wartości bioenergetycznej ciała straty cieplne wynoszą 4,23 *kal. g* na dobę, stąd względna strata pijawek w stanie głodu wynosi dziennie 0,763% aktualnej wartości bioenergetycznej zwierzęcia, lub — jego wagi ciała. Ta ostatnia może, jak wiemy, ujawniać daleko idącą redukcję, bowiem w doświadczeniach moich niejednokrotnie obserwowałem redukcję, dochodzącą do $^1/_{20}$ wagi pierwotnej. Z rozwiązania odnośnego równania wynika, że redukcję powyższą zwierzęta osiągają w temperaturze 25° dopiero po 393 dniach, t. j. po upływie z górą trzynastu miesięcy od chwili wyczerpania zapasów pokarmu w przewodzie pokarmowym; w przypadku zaś stałej, niezależnej od czasu głodzenia, wartości strat energetycznych, pijawki osiągnęłyby tę samą redukcję ciała trzykrotnie wcześniej, bo już po upływie 125 dni.

Nie mniej ciekawe zjawiska występują u pijawek w czasie odżywiania. O ile u zwierząt głodzonych następuje w miarę trwania głodu stała redukcja strat, o tyle potrzeby zwierząt, znajdujących się w okresie przemiany przyrostowej, są regulowane według ilości zapasów pokarmu, zdeponowanego w przewodzie pokarmowym. Natężenie przemiany materji i energji po pobraniu pokarmu może zwiększyć się kilkakrotnie, przyczem wielkość strat jest proporcjonalna do ilości pobranego pokarmu: większemu zapasowi pokarmu odpowiada intensywniejsza przemiana i, odwrotnie, — w miarę wyczerpywania się pokarmu natężenie procesów katabolicznych opada do poziomu przemiany głodowej.

* * *

Zmiany chemiczne, jakie zachodzą w ciele zwierząt pod wpływem głodu, zostały najdokładniej i najwszechstronniej poznane u dwu najwyższych grup zwierzęcych, t. j. u ptaków i u ssaków. Zasługi wybitne w tym kierunku położył K. Voit i jego uczniowie: na badaniach tych, będących punktem wyjścia wszelkich poszukiwań nad przemianą materji, oprzeć musimy dalsze rozważania. Dlatego też poniżej podajemy linje wytyczne tych poszukiwań w ujęciu, które ułatwi wysnucie dalszych uogólnień porównawczych.

U zwierząt ciepłokrwistych, z chwilą przerwania dopływu pokarmu z zewnątrz, w procesach dezasymilacyjnych uczestniczą jednocześnie wszystkie składniki ciała. Jednakże udział ilościowy poszczególnych związków organicznych ulega w zależności od czasu trwania głodu zmianie jednokierunkowej.

http://rcin.org.pl

Niejednakowa szybkość rozpadu tych składników jest wyrazem różnej ich „plastyczności“ oksydacyjnej. Gdy związki bezazotowe, bardziej plastyczne, czyli łatwiej palne, ulegają rozpadowi w początkowych i środkowych okresach głodu, związki o charakterze białkowym biorą udział w przemianie w ilościach zwiększonych dopiero po wyczerpaniu glikogenu i tłuszczu. W ten sposób ustrój homojotermiczny z chwilą przejścia w stan głodu zużywa prócz białka zmienne ilości substancyj zapasowych, z pośród których glikogen najwcześniej zostaje uruchomiony i zużytkowany; po częściowem wyczerpaniu glikogenu temuż losowi ulegają tłuszcze, których główna rola w przemianie materji polega na ograniczaniu stopy rozpadu białka organizowanego.

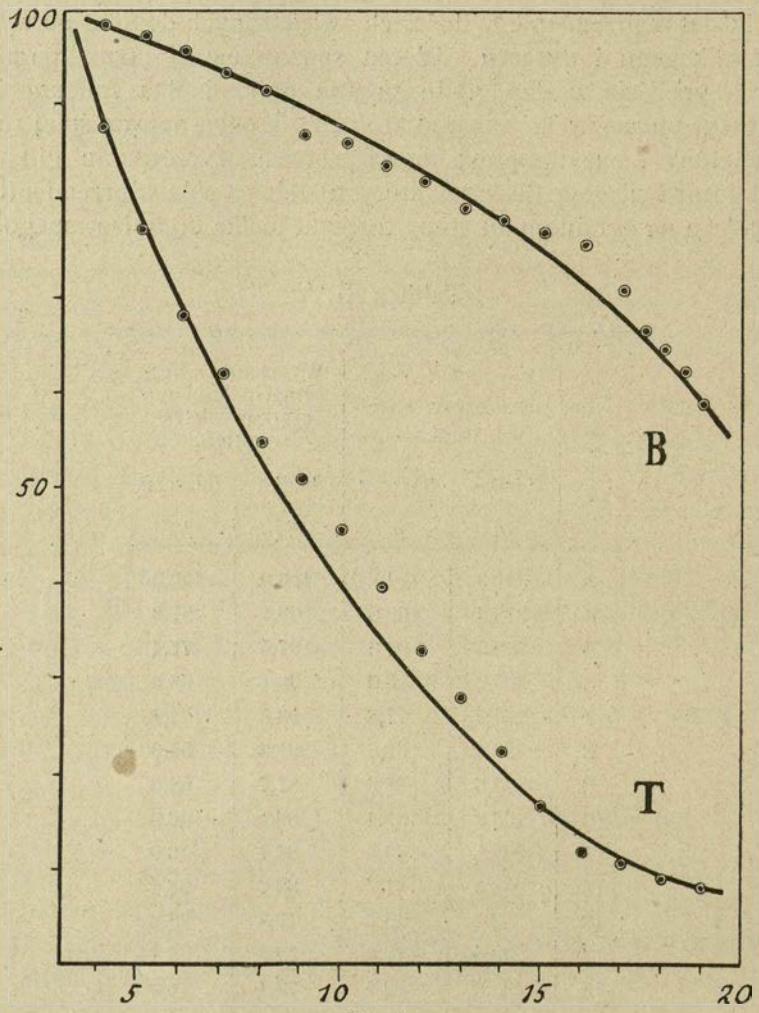
Tablica XLV.

Dzień głodu	Bezwzględna zawartość w ciele królika		Wyrażona w procentach ilości początkowych zawartość	
	białka	tłuszczu	białka	tłuszczu
	g	g	%	%
3	317,3	124,7	**100,0**	**100,0**
4	313,4	109,6	**98,7**	**87,9**
5	309,5	96,6	**97,5**	**77,4**
6	305,2	86,0	**96,1**	**68,9**
7	296,2	77,8	**93,5**	**62,4**
8	290,4	69,6	**91,6**	**55,0**
9	278,6	65,6	**87,7**	**52,6**
10	273,3	57,4	**86,1**	**46,0**
11	268,1	49,8	**84,4**	**40,0**
12	263,0	41,7	**82,7**	**33,4**
13	253,2	35,7	**79,8**	**28,8**
14	249,5	27,9	**78,3**	**22,4**
15	245,6	20,0	**77,4**	**16,0**
16	238,9	14,2	**75,3**	**11,4**
17	223,9	12,7	**70,5**	**10,5**
18	206,0	11,6	**64,9**	**9,3**
19	189,1	10,5	**59,6**	**8,4**

Powyższy stosunek wzajemny ilości białka i tłuszczu, które ulegają rozpadowi w czasie głodu, wyjaśnia tabl. XLV, ułożona na podstawie

http://rcin.org.pl

doświadczenia Rubner'a ('81) nad królikiem, głodzonym w ciągu dni dziewiętnastu. Liczby odpowiadające zawartości w króliku obu tych składników, zostały obliczone i zinterpolowane z danych pracy autora [1]).



Rys. 4.

Rys. 4 przedstawia dwie krzywe, które odpowiadają ilości w zwierzęciu białka i tłuszczu w poszczególnych dniach głodu.

[1]) W doświadczeniu odnośnem autor wyznaczał u królika (№ 3) azot w moczu i produkcję CO_2; stąd obliczyłem codzienny rozpad białka i tłuszczu. Prócz tego autor podaje wynik analizy substancji suchej ciała po śmierci. Na podstawie tych danych została zrekonstruowana dla każdego dnia doświadczenia zawartość białka i tłuszczu w ciele królika.

http://rcin.org.pl

Przebieg tych dwu krzywych jest odmienny i — odwrotny. Ilość białka w ustroju początkowo zmniejsza się bardzo powoli (linja *B*), w miarę jednak trwania głodu szybkość rozpadu białka zwiększa się stopniowo, osiągając w końcowych okresach, po wyczerpaniu zapasów tłuszczu, wartość stałą. Szybkość zaś rozpadu tłuszczu zachowuje się odwrotnie: w okresach początkowych głodu szybkość jest największa: dzięki intensywnemu spalaniu się, ilość tłuszczu w ustroju zmniejsza się gwałtownie aż do momentu, w ktorym wskutek zwiększonego udziału białka w przemianie rozpad tłuszczu ulega wybitnej redukcji.

Charakter przebiegu tych dwu krzywych jest więc odwrotny: okresowi szybkiej oksydacji tłuszczu odpowiada okres powolnego rozpadu białka, i odwrotnie — w miarę wyczerpywania się tłuszczu rozpad jego zmniejsza się stopniowo wobec przyśpieszenia przemiany białkowej. Te dwie kategorje składników organicznych oddziaływują więc na siebie do pewnego stopnia antagonistycznie—w znaczeniu wzajemnego ograniczenia natężenia procesów katabolicznych.

U zwierząt, posiadających znaczne zapasy tłuszczu, szybkość bezwzględna rozpadu składników ciała jest stała w okresie początkowym głodzenia, przyczem tłuszcze biorą udział w przemianie w ilości sześciokrotnie większej, niż białka. Ponieważ jednak szybkość względna rozpadu tłuszczu, t. j. szybkość w odniesieniu do aktualnej ilości zapasu, jest większa od szybkości rozpadu białka, dzięki temu zachodzić musi u zwierząt ciepłokrwistych stała zmiana zawartości procentowej obu składników na niekorzyść tłuszczu. Proces ten niezawodnie doprowadziłby wkrótce do zupełnego wyczerpania substancyj zapasowych, gdyby szybkość rozpadu tłuszczu nie ulegała stopniowej redukcji, wybitnie ujawniającej się pod koniec głodu. Wskutek tego występuje wtedy okres wzmożonego rozpadu białka, którego rozpad rekompensuje potrzeby energetyczne ustroju.

Zależność natężenia przemiany tłuszczowej i białkowej od zawartości względnej obu tych składników w ustroju homojotermicznym dobitnie ilustruje doświadczenie Kuckein'a ('82) nad kurą głodzoną. Tabl. XLVI, oprócz rekonstrukcji ilości bezwzględnej i względnej białka i tłuszczu w ciele, zawiera wyniki wyliczeń natężenia przemiany tłuszczowej i białkowej w jednostkach wagowych tych substancyj i w procentach przemiany obu tych składników. Krzywa, podana na rys. 5, wykazuje uzależnienie natężenia względnego przemiany białkowej od składu chemicznego ciała, t. j. od procentowej zawartości w niem białka wzgl. tłuszczu. Ponieważ w miarę trwania głodu ciało zwierzęcia staje się bogatsze w białko, wskutek tego wzrastające liczby linji odciętej znaj-

http://rcin.org.pl

dują się w zależności funkcjonalnej od czasu trwania głodu; rzędna oznacza udział procentowy białka w przemianie materji.

Od pewnego momentu począwszy przebieg krzywej przemiany białkowej staje się zależny od składu chemicznego ciała. Moment ten przypada u kury na okres, w którym zawartość tłuszczu w ciele opada poniżej 30%; od tej chwili następuje ograniczenie rozpadu tłuszczu na niekorzyść białka: wtedy przemiana materji zyskuje coraz bardziej charakter białkowy, tak, że w okresie przedśmiertnym na 100 części wagowych substancyj, ulegających rozpadowi, 76 części przypada na białko, gdy przemiana białkowa na początku głodu wynosiła tylko około 19%.

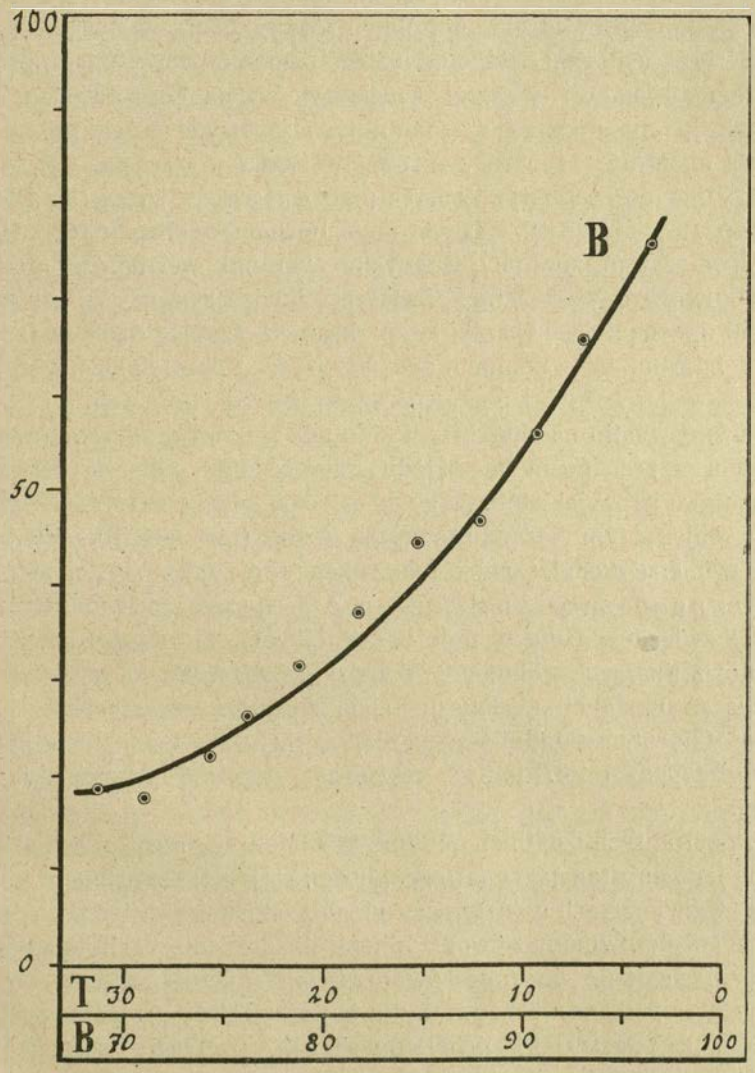
Tablica XLVI.

Dzień głodu	Bezwzględna zawartość w ciele kury		Zawartość procentowa		Rozpad		Udział w przemianie materji	
	białka	tłuszczu	białka	tłuszczu	białka	tłuszczu	białka	tłuszczu
	g	g	%	%	g	g	%	%
1	172,3	85,8	66,8	**33,2**	—	—	—	—
2	170,3	77,2	68,8	**31,2**	2,0	8,6	**18,8**	81,2
3	168,4	68,6	71,0	**29,0**	1,9	8,6	**18,1**	81,9
4	166,0	59,9	74,3	**25,7**	2,4	8,7	**21,6**	78,4
5	162,9	51,2	76,1	**23,9**	3,1	8,7	**26,3**	73,7
6	158,9	42,6	78,8	**21,2**	4,0	8,0	**31,7**	68,7
7	153,9	34,4	81,7	**18,3**	5,0	8,2	**37,7**	62,3
8	147,6	26,7	84,7	**15,3**	6,3	7,7	**45,0**	55,0
9	141,2	19,5	87,9	**12,1**	6,4	7,2	**47,0**	53,0
10	133,8	13,7	90,7	**9,2**	7,4	5,8	**56,0**	44,0
11	125,1	9,2	93,1	**6,9**	8,7	4,5	**65,9**	34,1
13.	108,4	3,9	96,5	**3,5**	16,7	5,3	**75,9**	24,1

Erwin Voit ('01 a—c), który baczną zwrócił uwagę na zależność przemiany białkowej od składu chemicznego ciała, usiłował zjawisko to ująć ilościowo. Według tego autora zależność między rozpadem białka a zawartością w ciele tłuszczu zaczyna się od ściśle dającego się określić momentu, przypadającego na okres wzmożonej przemiany białkowej. Zależność ta jest do tego stopnia ścisła, że na podstawie znajomości natężenia przemiany białkowej możemy sądzić o składzie chemicznym ciała.

http://rcin.org.pl

Z powyższego obrazu przekształceń chemicznych, jakie zachodzą w ustroju homojotermicznym pod wpływem głodu, należy jako zasadniczy rys przemiany podkreślić wpływ znacznych zapasów tłuszczowych na przemianę białkową i nierównomierność



Rys. 5.

rozpadu względnego składników organicznych, powodującą stałą zmienność składu chemicznego ciała w kierunku redukcji procentowej zawartości związków bezazotowych.

* * *

http://rcin.org.pl

Powyższe uogólnienia, jak wspomnieliśmy, wyprowadzone zostały z badań nad dwiema tylko grupami zwierząt, t. j. nad ssakami i ptakami. Liczne, aczkolwiek niedostatecznie skupione wokoło pewnych zagadnień podstawowych badania nad przemianą materji liczebnie największej gromady, t. j. nad zwierzętami pojkilotermicznemi, nie pozwalają dotąd na wyprowadzenie uogólnień równie daleko idących. Aczkolwiek nie brak usiłowań ustalenia analogji zupełnej w przebiegu głodowej przemiany materji w całym świecie zwierzęcym (Lipschütz '15), to jednak już na podstawie badań dotychczasowych z całą pewnością twierdzić możemy, że ramy metabolizmu zwierząt ciepłokrwistych do ustroju zmiennocieplnego bezpośrednio zastosować się nie dadzą, zbyt bowiem wielka różnorodność przejawów czynnościowych i specyalne warunki wewnętrzne ustroju dzielą te dwie grupy od siebie. Zwłaszcza utwierdzają nas w tem przekonaniu obecne poszukiwania nasze, których część główną stanowią właśnie badania nad zmianami chemicznemi, jakie zachodzą w czasie głodu.

Pewne światło na charakter i kierunek zmian chemicznych w czasie głodu rzuca poznanie składu chemicznego ciała, a zwłaszcza ustalenie granic, w jakich wahają się ilości względne składników ciała. Analizy moje, w tym kierunku przeprowadzone (por. tabl. III i IV), przekonały w mierze dostatecznej o uderzającej jednostajności składu chemicznego substancji organicznej ciała pijawek: zarówno stosunek związków azotowych do bezazotowych, jak również zawartość procentowa tłuszczu i glikogenu dowodzą, że w zależności od stanu odżywiania w substancji organicznej ciała zachodzą zmiany bardzo nieznaczne. Głównym składnikiem są białka, na które w substancji organicznej przypada od 87 do 94%, resztę zaś stanowią tłuszcze i węglowodany.

Z pośród tych ostatnich jedynie glikogen odgrywa rolę bardziej wybitną jako substancja zapasowa. Ilości, w jakich substancja ta występuje w zwierzętach głodzonych, ulegają stosunkowo zmianom największym w porównaniu z dwoma innemi składnikami. Jeślibyśmy przeprowadzili analogję do procesów przemiany materji zwierząt ciepłokrwistych, to fakt ten wskazywałby na to, że glikogen pijawki należy do kategorji składników ciała, posiadających największą plastyczność oksydacyjną.

Istotnie, przypuszczenie to potwierdzają nasze doświadczenia bezpośrednie. Zarówno bowiem pierwsza, jak i druga serja doświadczeń (tabl. XXIII i XXIV), w których analizowałem zwierzęta na początku i w końcu głodu, wykazały, że największe straty ponoszą zwierzęta

http://rcin.org.pl

w glikogenie: w serji pierwszej zawartość glikogenu w substancji organicznej pijawek spadła z 5,2 do 2,7%, w drugiej — z 6,7 do 4,7%.

Szybsze w porównaniu z innemi składnikami organicznemi ciała spalanie się glikogenu daje się zauważyć i u innych zwierząt zmiennocieplnych. Z pośród całego szeregu badań, potwierdzających zasadniczo fakt powyższy, wymienić należy pracę Reuss'a i Weinland'a ('12) nad węgorzami, Slowzoff'a ('04) nad winniczkami, Lesser'a ('08—'10) nad dżdżownicami[1]) i Szwajsówny ('16) nad larwami mączników. Jeśli nawet pominąć zwierzęta, żyjące normalnie w warunkach anoksybiotycznych, dla których glikogen posiada szczególne znaczenie substancji zapasowej (badania Weinland'a '01 nad glistami i v. Kemnitz'a '17 nad larwami *Gastrophilus equi*), to możemy z przeglądu odnośnej literatury wnioskować, że u zwierząt zarówno ciepłokrwistych, jak i zmiennocieplnych glikogen należy do najbardziej ruchomych składników, w pierwszym rzędzie ulegających utlenieniu po odcięciu dopływu substancyj pokarmowych. Pomimo to jednak, jak przekonaliśmy się, zawartość glikogenu nie ulega zbyt wybitnym wahaniom: nawet w najbardziej posuniętym stanie głodu glikogen nie znika całkowicie, jak również nie gromadzi się w ilościach znaczniejszych nawet w stanie bardzo obfitego odżywiania.

Jeśli w rozważaniach dalszych pominiemy na razie glikogen i pod uwagę weźmiemy zachowanie się dwu innych składników organicznych, to stosunek, w jakim tłuszcze występują w ciele pijawek głodzonych, da nam dalsze cenne wskazówki dla charakterystyki przemiany głodowej. Okazuje się przedewszystkiem, że zawartość tłuszczu w pijawkach waha się w granicach węższych niż glikogen: największe obserwowane wahania zawarte są w granicach od 3,8 do 7,2 *g* tłuszczu na 100 *g* białka. O ile jednak w stosunku do glikogenu daje się zauważyć widoczna redukcja w miarę trwania głodu, o tyle znów zawartość tłuszczu wykazuje zależność raczej odwrotną, gdyż w miarę trwania głodu ilość tłuszczu w substancji organicznej nie tylko że się nie zmniejsza, lecz, przeciwnie, niejednokrotnie daje się stwierdzić nieznaczne zwiększanie się tego składnika.

Oczywista, że dla wyświetlenia roli i udziału tłuszczu w zjawiskach dezasymilacji nie możemy się oprzeć wyłącznie na wynikach analiz po-

---

[1]) Lesser (l. c.) stwierdził, że u dżdżownic glikogen spala się intensywniej od innych składników organicznych ciała: potwierdza to w doświadczeniach jego — zachowanie się współczynnika oddechowego, który zmniejsza się w miarę trwania głodu.

http://rcin.org.pl

wyższych. Fakty jednak, które stwierdzamy w doświadczeniach, specjalnie w tym celu przedsiębranych, dowodzą, że w przeciwieństwie do tłuszczu zapasowego zwierząt ciepłokrwistych tłuszcz pijawek niezmiernie trudno ulega rozpadowi pod wpływem głodu.

Stwierdzenie tego faktu, tak odbiegającego od całokształtu pojęć naszych o znaczeniu tłuszczu w przemianie głodowej, wymaga specjalnego uzasadnienia i wyjaśnienia przyczyn podobnego zachowania się substancji, uważanej za typowy składnik zapasowy ustroju zwierzęcego.

W dwu wzmiankowanych już powyżej serjach doświadczalnych zwróciliśmy uwagę na szczególne zachowanie się tłuszczu w czasie głodu. W serji pierwszej (tabl. XXIII) zawartość tłuszczu po upływie 30-tu dni głodu wzrosła z 4,4% do 5,4% substancji organicznej; w tym czasie ilość bezwzględna tłuszczu również uległa przyrostowi, który w stu zwierzętach wyniósł 0,049 *g*. W serji drugiej, w tymże celu przeprowadzonej, (tabl. XXIV i XXV) i trwającej znacznie dłużej (224 dni) zwierzęta straciły około połowy (47%) początkowej ilości substancji organicznej. Wyniki tego doświadczenia również dowodzą słabo wyrażonej plastyczności oksydacyjnej tłuszczu: ilość bezwzględna, jaką 100 zwierząt zużytkowało w czasie doświadczenia, wyniosła 0,370 *g*, względna zaś zawartość tego składnika nie uległa prawie żadnej zmianie (w końcu głodu 6,6% wobec 6,4% — na początku). Niezmienność procentowej zawartości tłuszczu wobec tak znacznych strat substancji organicznej dowodzi w samej rzeczy dosyć słabego zaangażowania tłuszczu w przemianie materji. Tłuszcze, wchodzące w skład ciała pijawek, nie posiadają więc znaczenia substancji zapasowej, ponieważ nie ulegają w stanie głodu rozpadowi w tempie przyśpieszonem i nie ograniczają wskutek tego zużycia białka. Obfite karmienie zwierząt nie powoduje zjawiska odwrotnego, t. j. tworzenia się zapasów tłuszczowych w ilościach, któreby wykraczały poza normę głodową, ilość bowiem tłuszczu w pijawkach, bardzo intensywnie odżywianych (por. tabl. IV, analiza № 2), wynosi zaledwie 3,9% substancji organicznej wobec zwykłej normy głodowej, wahającej się w granicach 3,6—6,6%.

Zachowanie się tłuszczu w czasie głodu pijawek odbiega więc zasadniczo od roli tego składnika w przemianie materji zwierząt ciepłokrwistych. Wskutek gwałtownego rozpadu tłuszczu, który zostaje zużyty na pokrycie potrzeb energetycznych i na zaspokojenie wymogów natury wyłącznie biochemicznej, ustrój homojotermiczny szybko bardzo wygałaca się z zapasów tłuszczu, którego zawartość procentowa szybko maleje w miarę trwania głodu. Wystarczy na razie przytoczyć dwa następujące przykłady: u królika Rubner'a ('81) w czasie redukcji sub-

http://rcin.org.pl

stancji organicznej ciała z 442 do 200 *g* zawartość tłuszczu spadła z 28,2 do 5,2%; doświadczenie, przeprowadzone przez Kuckein'a ('82) nad kurą, wykazało spadek jeszcze bardziej gwałtowny, gdyż stracie 57% substancji organicznej odpowiada redukcja tłuszczu z 33,2 do 3,5%. U pijawek natomiast w doświadczeniu drugiem, po zużyciu 47% substancji organicznej, zawartość procentowa tłuszczu zmniejszyła się zaledwie z 6,6 do 6,4%.

Fakt ten w szeregu zjawisk przemiany materji u zwierząt zmiennocieplnych nie jest odosobniony: nawet przegląd pobieżny literatury odnośnej przekonywa dostatecznie, że zjawisko to sięga znacznie dalej poza zwierzęta przeze mnie badane.

Nawiązując bezpośrednio do grupy robaków, spotykamy tutaj dwa przykłady podobnego zachowania się tłuszczu. U dżdżownic Lesser ('08) stwierdza w trzeciem swojem doświadczeniu głodowem niezmiernie mały udział tłuszczu w przemianie materji: wobec znacznych bardzo strat glikogenu zawartość tłuszczu w substancji organicznej ciała wzrasta w końcu głodu z 9,4 do 11,0%; w doświadczeniu drugiem tegoż autora tłuszczom przypada udział nieco wybitniejszy, jednak zawartość tego składnika zostaje w ciągu 8 dni głodu zredukowana zaledwie z 8,1 do 7,8% wobec ogólnej straty substancji organicznej, wynoszącej 29%[1]): Następnie u *Ascaris*, żyjącej normalnie w warunkach anoksybiotycznych, w temperaturze bardzo wysokiej jak dla bezkręgowców (37°), Weinland ('01) nie stwierdza wogóle znaczniejszego zużycia tłuszczu w czasie głodu.

Pozatem u innych zwierząt pasorzytujących, które żyją w analogicznych warunkach gazowych i cieplnych, mianowicie w larwach *Gastrophilus equi*, v. Kemnitz ('17) stwierdza stałe zwiększanie się bezwzględnej ilości tłuszczu. Wreszcie, jeśli chodzi o zwierzęta oksybiotyczne i obficie zaopatrzone w zapasy tłuszczowe, Szwajsówna ('16) wykrywa w larwach chrząszcza *Tenebrio molitor* po upływie 29 dni głodu redukcję tłuszczu z 25,23% zaledwie do 22,48%, wobec zużycia substancji organicznej ciała, wynoszącego 35% ilości początkowej.

Liczbę przykładów możemy pomnożyć (por. tabl. XLVII), wciągając w zakres rozważań badania, przeprowadzone na zwierzętach bezkręgowych, w których znajdujemy dane, najzupełniej uzasadniające nasze twierdzenie. Również interesująca jest ta okoliczność, że podobne zachowanie się tłuszczu stwierdzamy również u kręgowych zwierząt poj-

---

[1]) Według Lesser'a tłuszcz zaczyna zanikać intensywniej dopiero po wyczerpaniu zapasów glikogenu.

http://rcin.org.pl

kilotermicznych, zwłaszcza zaś u ryb. Tak np. według liczb, obliczonych na podstawie wyników badań Reuss'a i Weinland'a ('12) nad węgorzami, wynika, że zawartość tłuszczu w substancji organicznej tych zwierząt nawet po upływie 50 dni głodu w t. 18,8° nie ulega żadnym prawie zmianom. Najbardziej uderzające w tym kierunku są słynne badania Miescher'a ('97) nad łososiami, u których, zwłaszcza u samic, nawet po upływie 7 miesięcy głodu znajdujemy jeszcze znaczne zapasy tłuszczu [1]).

Niestety, nie spotykamy w literaturze badań, któreby mogły rzucić światło na zachowanie się tłuszczu w czasie głodu u płazów i u gadów; jedyne znane nam badania Manca ('01) nad jaszczurkami nie uwzględniają tłuszczowych składników ciała, pozwalają jednak na podstawie pewnych przesłanek przypuszczać, że i u gadów tłuszcze nie stanowią substancji zapasowej w ścisłem słowa tego znaczeniu. Pomimo luk, jakie istnieją w badaniach dotychczasowych, możemy zjawisko powyższe rozciągnąć na ogół zwierząt zmiennocieplnych i twierdzić, że w ustroju pojkilotermicznym z pośród składników organicznych tłuszcze biorą udział stosunkowo najmniejszy w przemianie głodowej.

Znaczenie ogólne tłuszczu w metabolizmie zwierząt pojkilotermicznych możemy więc scharakteryzować w sposób następujący:

Z wyjątkiem stadjów embrjonalnych i larwalnych tłuszcze występują w ciele zwierząt zmiennocieplnych w ilościach stosunkowo niewielkich, nie tworząc, jak to stwierdzamy u ptaków i u ssaków, zapasów znaczniejszych. W przemianie materji i energji zwierząt zmiennocieplnych nie pełnią one roli substancyj zapasowych, gdyż wskutek małej plastyczności oksydacyjnej nie ograniczają rozpadu białka. Powolny rozpad tłuszczu zachodzi nawet wtedy, gdy ilości jego, jak np. w stadjach larwalnych owadów, są dosyć znaczne. Tłuszcze więc zwierząt zmiennocieplnych, nie będąc specjalnie ruchomem źródłem przemian energetycznych, spalają się równorzędnie z innemi składnikami organicznemi ciała.

Ten fakt, że u zwierząt pojkilotermicznych nawet po najdłużej trwającym głodzie substancje tłuszczowe nie ulegają całkowitemu wy-

---

[1]) Z badań Lichtenfelt'a ('04) wypływa, że skład chemiczny mięśni ryb zmienia się w czasie głodu wyraźnie w kierunku zmniejszenia się zawartości procentowej tłuszczu, przyczem ubytek tego składnika zależy od pierwotnej jego zawartości w mięśniach i jest tem większy, im mięśnie są bardziej w tłuszcze bogate. Wyniki te, jako uwzględniające tylko skład chemiczny mięśni, nie odźwierciedlają zmian, zachodzących w ustroju jako całości.

http://rcin.org.pl

czerpaniu, wskazuje na to, że posiadają one ważne znaczenie dla chemizmu procesów katabolicznych. Nasuwa się w pierwszym rzędzie przypuszczenie, że tłuszcze stanowią część integralną substancji żyjącej na równi z białkiem na podobieństwo tego skojarzenia biochemicznego, jakie zachodzi między białkiem a fosfatydami. Nie jest wykluczone, że wartość stosunku ilościowego między białkiem a tłuszczami jest w wązkich tylko granicach ruchoma i jest charakterystyczna nie tylko dla danego gatunku zwierzęcia zmiennocieplnego, lecz również i dla poszczególnych stadjów rozwoju ontogenetycznego (por. znaczenie „współczynników lipocytycznych" Mayer'a i Schaeffer'a ('13—'14).

Chcąc przeprowadzić paralelę, moglibyśmy następnie przemianę materji zwierząt zmiennocieplnych porównać z okresem wzmożonej przemiany białkowej ustroju ciepłokrwistego z ostatnich faz głodu (por. rys. 4), gdy wskutek wyczerpania tłuszczu zapasowego traci on znaczenie ekonomizujące w stosunku do białka, ulegając rozpadowi z szybkością w znacznej mierze ograniczoną. Posuwając porównanie dalej, możemy z punktu widzenia udziału w przemianie materji odróżniać dwa rodzaje tłuszczów: tłuszcz **zapasowy**, ciepłotwórczy, o wybitnej plastyczności oksydacyjnej, ulegający w zastępstwie białka rozpadowi w pierwszych fazach głodu, z drugiej zaś strony — tłuszcz **konstytucyjny**, warunkujący normalny przebieg metabolizmu głodowego, którego rozpad jest ściśle związany z dezintegracją białka organizowanego.

Tworzenie się i odkładanie znacznych zapasów tłuszczu ciepłotwórczego stanowiłoby rys zasadniczy metabolizmu homojotermicznego[1]), gdy natomiast zwierzęta pojkilotermiczne posiadałyby zdolność asymilowania głównie tłuszczu konstytucyjnego.

Brak w metabolizmie zwierząt pojkilotermicznych współzależności odwrotnej między szybkością rozpadu białka i tłuszczu wysuwa na plan

[1]) Terroine i Weill ('13) stwierdzili, że w czasie głodu u zwierząt ssących (myszy, króliki, psy) zachodzi bardzo gwałtowne zużycie tłuszczu, pochodzącego ze zlokalizowanych w tkance podskórnej zapasów, gdy w narządach ciała (wątroba, nerki, płuca, trzustka, serce) zawartość kwasów tłuszczowych i cholesteryny żadnej nie ulega zmianie nawet po długotrwającym okresie głodu; bardzo obfite odżywianie nie pociąga za sobą również przyrostu tych składników we wspomnianych narządach. Dowodziłoby to, że tłuszcze, zlokalizowane w narządach zwierząt homojotermicznych, zachowują się tak samo, jak tłuszcze zwierząt pojkilotermicznych.

http://rcin.org.pl

pierwszy rolę białka, jako głównego źródła procesów dezasymilacyjnych i katenergetycznych.

Istotnie, wobec małej ilości w ciele zwierząt pojkilotermicznych związków bezazotowych, białka stanowią główny składnik organiczny ich ciała. Biorąc przeciętnie, około 90% substancji organicznej przypada na związki azotowe, wzgl. na białko.

Duża zawartość tego składnika jest wogóle własnością charakterystyczną zwierząt zmiennocieplnych; możemy powiedzieć naogół, że u zwierząt dorosłych ilość białka rzadko opada poniżej 80% substancji organicznej. Wyjątek dosyć ciekawy pod tym względem stanowią jaja zwierząt zmiennocieplnych, zwłaszcza meroblastyczne, a następnie—stadja embrjonalne i larwowe, w których zawartość białka ustępuje miejsca tłuszczom, które są zużytkowywane tylko w pewnych momentach życia postembrjonalnego (np. metamorfoza).

Odwrotnie zaś u zwierząt homojotermicznych zawartość białka w substancji organicznej rzadko dobiega 70%, zaś częstokroć, dzięki gromadzeniu się olbrzymich ilości tłuszczu zapasowego, spada znacznie niżej, dochodząc w przypadkach skrajnych do wyjątkowo niskich wartości (np. u owiec i świń tuczonych, według E. Wolff'a '04).

Dzięki obfitości białka w ciele pijawek i wskutek małej plastyczności oksydacyjnej tłuszczu, należało z góry przypuszczać, że zwierzęta te olbrzymią część swych potrzeb chemicznych i energetycznych zaspakajają przez gwałtowną dezasymilację najobficiej reprezentowanych w ciele substancyj białkowych. W samej rzeczy, doświadczenia moje nad przemianą węgla i azotu i nad ustaleniem strat w poszczególnych składnikach ciała dowodzą z pewnością dostateczną, że pijawki należą do rzędu zwierząt o wybitnie białkowym typie przemiany materji. Obliczając przemianę w jednostkach wagowych, stwierdzamy, że białko wynosi około 85% substancji organicznej, która ulega zużyciu w czasie głodu, w odniesieniu zaś do ogólnej produkcji cieplnej 73,7% przemian energetycznych odbywa się kosztem białka.

U zwierząt ciepłokrwistych nie stwierdzono dotąd tak intensywnego rozpadu białka w stanie normalnym. Pomijając stany patologiczne, wyróżniające się intensywniejszą przemianą białkową, skrajne wartości przemiany białkowej poznanych w tym kierunku zwierząt mieszczą się w granicach od 7,3 do 16,3%, gdzie liczba najniższa została stwierdzona u świń i u gęsi, zwierząt niezmiernie szybko tworzących zapasy tłuszczowe; zwierzęciem zaś ciepłokrwistem o najwyższej przemianie białkowej jest królik. Udział białka w przemianie energji pijawek jest więc wielokrotnie większy, niż u zwierząt ciepłokrwistych.

http://rcin.org.pl

Co się tyczy roli białka w przemianie głodowej zwierząt zmiennocieplnych, to już Pütter ('11) w swojej „Fizyologii porównawczej" wyróżnia typ przemiany „wyłącznie białkowej", zaliczając do tego typu raka rzecznego i pijawkę: autor ten jest jednak tego zdania, że tylko w temperaturach niższych (14—16°) zwierzęta te zużytkowują wyłącznie białko, gdy natomiast w miarę podnoszenia się temperatury udział procentowy białka zmniejsza się na korzyść związków bezazotowych. W doświadczeniaeh moich pijawki ujawniały przemianę wybitnie białkową w t. 25° C.

Analiza prac, odnoszących się do zwierząt niższych, doprowadza do znacznie dalej sięgającego uogólnienia zjawisk, stwierdzonych w przemianie materji pijawek. W celu zestawienia osiągniętych w tym kierunku wyników, na tabl. XLVII zostały podane wyniki obliczeń, wykonanych przeze mnie na podstawie badań, które zostały przeprowadzone przez szereg autorów na zwierzętach, należących do najrozmaitszych grup systematycznych gromady ustrojów pojkilotermicznych. Uwzględnione tutaj zostały tylko badania najkompletniejsze, w których znalazłem wszystkie potrzebne do obliczeń dane, a więc — prócz prac Rubner'a ('81) i Kuckein'a ('82) nad zwierzętami ciepłokrwistemi — z badań nad kręgowcami prace Reuss'a i Weinland'a ('12), Schütz'a ('13) i Miescher'a ('97) nad węgorzami, linami i łososiami, i z badań nad bezkręgowcami — prace Szwajsówny ('16), Slowzoff'a ('04) i Lesser'a ('07) nad larwami mączników, nad winniczkami i dżdżownicami. Na tablicy tej został podany przedewszystkiem normalny skład chemiczny zwierząt niegłodzonych, czas trwania głodu i ujawniona w tym czasie strata w wadze ciała, i wreszcie—obliczono udział białka, tłuszczu i węglowodanów w przemianie głodowej tych zwierząt: obliczenia odnośne były robione z tem założeniem, że substancja organiczna ciała składa się wyłącznie z tych trzech kategoryj związków.

Bliżej obchodząca nas tutaj kwestja roli białka w przemianie głodowej zostaje ostatecznie wyświetlona. Wyniki, podane na tej tablicy, dowodzą, że prócz pijawek rozpad intensywny białka w czasie głodu jest udziałem również innych zwierząt bezkręgowych (robaki, mięczaki, skorupiaki [1]), owady), bliżej pod tym względem zbadanych.

Ważniejszem jednak i bardziej uderzającem jest stwierdzenie tegoż faktu w przemianie materji niższych zwierząt kręgowych, mianowi-

---

[1]) Według badań Brunow'a ('11), nieznanych mi w oryginale, przemiana materji raka rzecznego w czasie głodu nosi również charakter wybitnie białkowy.

http://rcin.org.pl

Tablica XLVII.

Zwierzę (rodzaj i gatunek)	Skład procentowy subst. organicznej zwierzęcia niegłodzonego			Czas trwania głodu	Strata w wadze ciała	Udział procentowy w przemianie głodowej			Źródło	Uwagi
	Białka %	Tłuszczu %	Węglowodanów %	Dni	%	Białka %	Tłuszczu %	Węglowodanów %		
Lepus caniculus . . .	**71,8**	28,2	—	19	55	**20,5**	79,5	—	Rubner, M. - Zeitschr. f. Biol. T. 17. 1881.	Królik III (1-y dzień głodu).
Gallus domesticus . .	**66,8**	33,2	—	13	58	**18,8**	81,2	—	Kuckein, F. — Zeitschr. f. Biol. T. 18.	Kura II (1-szy dzień głodu).
Anguilla vulgaris . .	**84,6**	14,6	0,8	50	—	**83,1**	14,9	2,0	Reuss, H. u. Weinland, E. — Z. f. Biol. T. 59 1912.	T. 18,8 °C.
Tinca tinca	**91,4**	8,6	—	164	48,4	**89,2**	10,8	—	Schütz, F. — Arch. f. Physiol. 1913.	Ryba № VII.
Salmo salar	**63,3**	36,7	—	150	—	**73,1**	26,9	—	Miescher, F. — Histoch. Arb. 1897.	Tablice XII i XIII.
Tenebrio molitor (larwa)	**53,5**	25,2	21,3	29	38,5	**47,3**	18,2	34,5	Szwajsówna, P. — Spr. Tow. Nauk. Warsz. 1916.	Serja III.
Helix pomatia	**86,4**	8,5	5,1	51	25,7	**79,3**	13,6	7,1	Slowzoff, B. — Hofm. Beitr. T. 4. 1903.	Części miękkie ciała.
Hirudo medicinalis . .	**90,5**	5,0	4,5	224	32,0	**84,5**	6,8	8,7	Białaszewicz, K. — Praca niniejsza.	Tabl. XXV.
Lumbricus herculeus .	**85,7**	9,4	4,9	8	40,0	**80,8**	2,2	17,0	Lesser, E. J. — Zeitschr. f. Biol. T. 50. 1907.	Dośw. № III.

http://rcin.org.pl

cie — u ryb. Jak bowiem wynika zgodnie z prac szeregu autorów (Reuss i Weinland '12, Schütz '13, Miescher '97, Lipschütz '10, Morgulis[1]) '16), którzy badali zachodzące pod wpływem głodu zmiany chemiczne u węgorzów, łososi, flądder i linów, zwierzęta te wykazują bliskie pod tym względem podobieństwo do bezkręgowców, gdyż i tutaj głównym składnikiem, którego kosztem odbywają się procesy dezasymilacyjne, jest również białko, ponieważ na związki białkowe, ulegające rozpadowi w czasie głodu, przypada od 70 do 90%.

Aczkolwiek nie rozporządzamy w tej chwili odpowiednią ilością badań, dotyczących specjalnie kilku grup zwierząt bezkręgowych, i chociaż dosyć poważne istnieją luki w badaniach nad pewnemi grupami zwierząt kręgowych (płazy i gady), to jednak rozporządzalny w chwili obecnej materyał faktyczny w mierze dostatecznej usprawiedliwia twierdzenie, że intensywny rozpad białka w czasie głodu jest cechą charakterystyczną przemiany materji zwierząt pojkilotermicznych.

W ten sposób w przemianie materji zwierząt zmiennocieplnych na plan pierwszy wysuwa się znaczenie białka, jako składnika, którego kosztem odbywa się przeważna część procesów chemicznych i energetycznych i który przy bardzo nieznacznej wydajności energetycznej ulega niezmiernie intensywnemu zużyciu w czasie głodu. Z tego powodu przemiana białkowa stanowi ośrodek, w którym ogniskować się winny badania nad przemianą materji ustroju zmiennocieplnego, w których zagadnienia dezasymilacji, przekształceń energetycznych, chemizmu i energetyki procesów asymilacyjnych znajdą niezawodnie niejedno wyjaśnienie porównawcze.

Wychodząc z faktów powyższych i przenosząc rozważania na teren porównawczy, winniśmy konsekwentnie przeprowadzić między grupą gadów a ptaków linię demarkacyjną, dzielącą dwa typy przemiany głodowej: pojkilotermiczny — o przeważającym rozpadzie białka i typ homojotermiczny — o intensywnej oksydacji substancyj tłuszczowych w początkowych fazach głodu. Poznanie przemiany materji u gadów, jako najwyżej uorganizowanej grupy zwierząt pojkilotermicznych, mogłoby niezawodnie rzucić ważne światło na szereg kwestyj, związanych z zagadnieniem

---

[1]) W niedawno ogłoszonej, w oryginale, niestety, niedostępnej mi pracy Morgulis'a (Journ. of biol. Chem. T. 20) nad flądrami (cyt. wedł. „Jahresbericht Maly" T. 46) znajdują się ciekawe wyniki, stwierdzające, że zwierzęta te zużywają w czasie głodu znacznie więcej białka niż tłuszczu.

http://rcin.org.pl

powyższem, tembardziej, że u zwierząt tych, według badań Langlois'a ('02) zjawiają się po raz pierwszy pierwociny fizycznej regulacji ciepła. Nie jest oczywista wykluczone, że gady stanowią pod tym względem grupę przejściową z przewagą jednego bądź drugiego typu przemiany materji.

Jakąkolwiek usiłowalibyśmy dać interpretację tych różnic, to w badaniach i rozważaniach dalszych wyjść musimy z założenia, że powstanie typu tłuszczowej przemiany materji zostało uwarunkowane splotem czynników nowych, nabytych w związku z czynnością termoregulacyjną. Rozwikłanie splotu tych czynników i warunków i ustalenie ich stosunku i związku z charakterem przemiany materji osiągnięte być może jedynie na drodze badań eksperymentalnych, w których wpływ temperatury i układu nerwowego, jako dwu bezpośrednio nasuwających się możliwości, w pierwszym rzędzie winien być wzięty pod uwagę.

Gdyby udział tłuszczu w przemianie zależał li tylko od temperatury, w jakiej przebiegają procesy życiowe, to należałoby się spodziewać, że podwyższenie temperatury ciała zwierzęcia zmiennocieplnego, lub obniżenie ciepłoty, w jakiej normalnie biegną czynności ustroju ciepłokrwistego, powinno pociągnąć za sobą skutek wręcz odmienny. W pierwszym przypadku, zwiększając natężenie przemiany, spowodowalibyśmy ograniczenie udziału białka łącznie z przyśpieszeniem rozpadu tłuszczu. Podobną zależność od temperatury przypuszcza Pütter ('07) u pijawki i u raka rzecznego, lecz do wniosku wręcz przeciwnego dochodzi Knauthe ('97, '98) w badaniach swoich nad wpływem temperatury na przemianę materji u ryb, u których w miarę podnoszenia temperatury z 4,2 do 25,8° udział białka w przemianie energii wzrasta z 24,5 do 90,4%. Wobec rozbieżności tych poszukiwań kwestja powyższa pozostaje otwarta: przeprowadzenie badań, z jednej strony, nad pasorzytami zwierząt ciepłokrwistych z uwzględnieniem gazowych warunków ich życia, z drugiej zaś — nad wyżej uorganizowanemi zwierzętami zmiennocieplnemi, przystosowanemi do życia w temperaturze wyższej, mogłoby kwestję powyższą dostatecznie wyświetlić. Natomiast w przypadku drugim, po obniżeniu ciepłoty normalnej zwierzęcia homojotermicznego, należałoby się spodziewać wzmożenia udziału białka w przemianie materji; podlegające okresowi snu zimowego zwierzęta ciepłokrwiste stanowią dogodny materyał eksperymentalny, lecz niestety liczne prace nad przemianą materji w czasie snu zimowego nie uwzględniają w mierze dostatecznej, z powodu trudności technicznych (Hári '09), przemiany białkowej tych zwierząt.

W każdymbądź razie sprawa powyższa nie jest zupełnie jasna: prócz temperatury wpływ na przebieg spaleń w ustroju ciepłokrwistym

http://rcin.org.pl

posiada niezawodnie szereg innych czynników, z pośród których wpływ układu nerwowego nie tylko że nie jest wykluczony, lecz, przeciwnie, w stopniu wysokim prawdopodobny: bezwątpienia, układ nerwowy wywierać może wpływ wybitny nie tylko na natężenie ogólnej przemiany, lecz również—i na wysokość przemiany białkowej. Ważnemi w tym kierunku są niezmiernie ciekawe badania Freund'a i Grafe'go ('16,'17), którzy eksperymentalnie dowiedli istnienia nieznanego dotąd, sprawnie działającego ośrodkowo-nerwowego mechanizmu regulacyjnego, normującego natężenie procesów dezasymilacyjnych w tkankach: króliki z wyłączoną zupełnie regulacją cieplną wykazują w normalnej temperaturze ciała niezwykle wzmożoną przemianę białkową.

Reasumując rozważania powyższe nad chemizmem głodu, dochodzimy więc do następującego poglądu.

Zwierzęta pojkilotermiczne są prawdziwymi destruktorami białka, są ogniskiem niezmiernie intensywnych procesów dezintegracji białka organizowanego, zużytkowują go bowiem pod względem chemicznym i energetycznym w sposób niezwykle nieekonomiczny, rozrzutny. Przyczyną tego zjawiska jest brak funkcji ochronnej w postaci zdolności odkładania i mobilizowania tłuszczu zapasowego w razie potrzeby, wywołanej odcięciem dopływu z zewnątrz substancyj pokarmowych.

Wskutek jednakowej plastyczności oksydacyjnej białka i tłuszczu, substancje te bez różnicy zostają zużytkowywane dla zaspokojenia chemicznych i energetycznych potrzeb ustroju, dzięki czemu ogólną przemianę głodową zwierząt pojkilotermicznych można scharakteryzować jako proces równomiernego rozpadu składników organicznych ciała.

Zjawisko to łącznie, z jednej strony, z przebiegiem wykładniczym natężenia procesów katabolicznych umożliwia przetrwanie długich okresów głodu, z drugiej zaś — w związku z szeroką skalą redukcyjną narządów wyjaśnia zdolność tych zwierząt do niezwykle daleko idących redukcyj wielkości ciała.

Zdolność ograniczania rozpadu białka organizowanego jest zjawiskiem późniejszem, wtórnem, ściśle umiejscowionem w obrębie tylko dwu najwyższych grup kręgowców, t. j. u ptaków i u ssaków i związanem z żywszą przemianą energji i, być może, z węższą skalą redukcyjną narządów ważnych dla życia.

http://rcin.org.pl

Jednostronne wyspecjalizowanie się ustroju homojotermicznego, przystosowanego do stałych warunków środowiska wewnętrznego i szybko i sprawnie regulującego zakłócenia czynnościowe, wycisnęło piętno na przebiegu przemiany głodowej, w czasie której uruchomienie zapasów tłuszczowych jest momentem par exellence regulacyjnym, chroniącym ustrój, w razie braku pokarmu, od nadmiernej dezintegracji białka organizowanego.

---

http://rcin.org.pl

PIŚMIENNICTWO.

Atwater and Bryant. 1899. The availability and fuel value of food materials. Rep. of Stors. Agr. Exper. Stat. Cytow. wedł. Tigerstedt'a w Handbuch für Biochemie.

Bardier, E. 1913. Inanition. Dictionnaire de Physiologie. **9**. Paryż. Str. 58 - 131.

Benedict, W. 1907. The influence of inanition on metabolism. Washington.

Białaszewicz, K. 1915. O wyzyskaniu energetycznem białka u pijawek w stanie głodu. (Über den Nutzeffekt der beim hungernden Blutegel zerfallenden stichstoffhaltigen Körpersubstanz). Sprawozd. Towarz. Nauk. Warsz. Rok **8**.

Białaszewicz, K. 1916. Przyrząd do badania wymiany gazowej u zwierząt niższych. (Appareil d'analyse respiratoire pour les animaux inférieurs). Sprawozd. Tow. Nauk. Warsz. Rok. **9**.

Białaszewicz, K. i Błędowski, R. 1915. Wpływ zapłodnienia na oddychanie jaj. (The influence of fertilization on the respiration of eggs). Sprawozd. Tow. Nauk. Warsz. Rok **8**.

Bohr, Chr. u. Hasselbalch, K. A. 1903. Über die Wärmeproduktion und den Stoffwechsel des Embryos. Skandin. Arch. f. Physiologie. **14**.

Brunow, H. 1911. Der Hungerstoffwechsel des Flusskrebses. Zeitschr. f. allg. Physiol. **12**. Str. 215—276.

Child, C. M. 1913. Starvation, Rejuvenescence and Aclimation in Planaria dorotocephala. Arch. f. Entw. Mech. **38**. Str. 418 - 446.

Cohnheim, O. 1912. Über den Gaswechsel von Tieren mit glatter und quergestreifter Muskulatur. Zeitschr. f. physiolog. Chem. **76**. Str. 298—313.

Cohnheim, O. und v. Uexküll. 1912. Die Dauerkontraction der glatten. Muskeln. Zeitschr. f. physiol. Chem. **76**.

Diakow, M. 1913. Zur Methode der Verbrennungskalorimetrie und der Elementaranalyse mit Hilfe der kalorimetrischen Bombe. Bioch. Zeitschr. **55**. Str. 116—124.

Elsas, B. 1913. Der Einfluss der Nahrungszufuhr auf den Gaswechsel des Kaltblutes. Zeitschr. i. Biol. **62**.

Erhard, H. 1912. Die Verteilung und Entstehung des Glykogens bei Helix pomatia nebst Bemerkungen über seine Bedeutung bei Wirbellosen im allgemeinen. Verhandl. d. deutsch. zool. Gesellsch.

Erhard, H. u. Zieglwallner, F. 1912. Über das Auftreten von Glikogen nach Fütterung mit einigen Monosachariden, einem Disacharid und Fett nach morphologischen Beobachtungen an der Weinbergschnecke (Helix pomatia). Zeitschr. f. Biol. **58**.

http://rcin.org.pl

Farkas, K. 1903. Beiträge zur Energetik der Ontogenese. III. Über den Energieumsatz des Seidespinners während der Entwicklung und während der Metamorphose. Arch. f. d. ges. Physiol. **98**.

Frenzel, J. u. Schreuer, M. 1902. Verbrennungswärme und physiologischer Nutzwert der Nährstoffe. III Abhandlung: Der Nutzwert des Fleisches. Arch. f. (Anat. u.) Physiol.

Freund, H. u. Grafe, E. 1916. Über das Verhalten von Gesamtstoffwechsel und Eiweissumsatz bei infizierten Tieren ohne Wärmeregulation (Zugleich ein Beitrag zur Frage des toxogenen Eiweisszerfalls). Deutsch. Arch. f. klin. Mediz. **121**. Str. 36—74.

Freund, H. u. Grafe, E. 1917. Über die Beeinflussung des Gesamtstoffwechsels und des Eiweissumsatzes beim Warmbluter durch operative Eingriffe am Zentralnervensystem. I Mitteilung. Arch. f. d. ges Physiol. **168**.

Geppert, J. 1887. Die Einwirkung des Alkohols auf den Gaswechsel des Menschen. Arch. f. exp. Pathol. **22**.

Godlewski, E. (sen.). 1896. O nitryfikacji amonjaku i źródłach węgla podczas żywienia się fermentów nitryfikacyjnych. Rozpr. Akad. Umiej. w Krakowie.

Hári, P. 1909a. Der respiratorische Gaswechsel der winterschlafenden Fledermaus. Arch. f. d. ges. Physiol **130**.

Hári, P. 1906b. Beitrag zur Kenntnis der chemischen Wärmeregulation der Säugertiere. Arch. f. d. ges Physiol. **130**.

Hesse, O. 1910. Zum Hungerstoffwechsel der Weinbergschnecke. Zeitschr. f. allg. Physiol. **10**.

Hill, A. V. 1911. The total energy exchanges of intact coldblooded animals at rest. Journ. of Physiol. **43**.

Hill, A. V. 1916. Die Beziehungen zwischen der Wärmebildung und den im Muskel stattfindenden chemischen Prozessen. Ergebnisse der Physiologie. **15**.

Jäger, W. u. von Steinwehr. 1905. Beitrag zur kalorimetrischen Messung von Verbrennungswärmen. Zeitschr. f. physikal. Chemie. **53**.

Kaufmann, M. 1901. Über die Grösse der Zunahme der Eiweisszersetzung während des Hungers. Zeitschr. f. Biol. **41**. Str. 75—113.

Kellner, O. 1916. Die Erhährung der landwirtschaftlichen Nutztiere. Berlin.

Kemnitz, v. G. A. 1917. Untersuchungen über den Stoffbestand und Stoffwechsel der Larven von Gastrophilus equi (Clärk) nebst Bemerkungen über den Stoffbestand der Larven von Chironomus (sp. ?) L. Zeitschr. f. Biol. **67**.

Knauthe, K. 1897—1898. Untersuchungen über die Verdanung und Stoffwechsel der Fische. Zeitschrift für Fischerei. Cytowane wedł. Cronheim, W. Gesamtstoffwechsel der Nichtsauger I. Handb. d. Biochemie des Mensch. u. der Tiere, herausg. v. C. Oppenheimer. **4**, część II, str. 442—443.

Knauthe, K. 1898. Zur Kenntnis des Stoffwechsels der Fische. Arch. f. d. ges. Physiol. **73**. Str. 490—500.

Krehl, L. u. Soetbeer, F. 1899. Untersuchungen über die Wärmeökonomie der poikilothermen Wirbeltiere. Arch. f. d. ges. Physiol. **77**.

Kumagawa, M. u. Miura, R. 1898. Zur Frage der Zuckerbildung aus Fett im Tierkörper. Ein Beitrag zum Phlorizindiabetes im Hungerzustande. Arch. f. (Anat. u.) Physiol.

Kumagawa, M. 1911. Fettbestimmung nach Kumagawa-Suto. Handb. d. bioch. Arbeitsmeth. **5**. Str. 477—488.

http://rcin.org.pl

Kuckein, F. 1882. Beitrag zur Kenntnis des Stoffverbrauchs beim huugernden Huhn. Zeitschr. f. Biol. **18**.

Landolt-Börnstein. 1912. Physikalisch - chemischen Tabellen. Berlin. Str. 851 i 908.

Langlois, P. 1902. La régulation thermique des poïkilothermes. Journ. de physiol. et pathol.

Lesser, E. J. 1908. Chemische Prozesse bei Regenwürmer. I. Hungerstoffwechsel. Zeifschr. f. Biol. **50**. Str. 419—446.

Lesser, E. J. 1910. Chemische Prozesse bei Regenwürmer. IV. Der Gaswechsel der Regenwürmer in der Erholung nach vorausgegangener Anoksybiose. Zeitschr. f. Biol. **54**. Str. 1—18.

Lesser, E. J. 1913. Das Verhalten des Glykogens der Frösche bei Anoksybiose und Restitution. III Mitt. Zeitschr. f. Biol. **60**.

Librachówna, S. Badania nad przemianą głodową u płazów. Praca jeszcze nieopublikowana.

Lichtenfelt, H. 1904. Über die chemische Zusammensetzung einiger Fischarten, warum und wie sie periodisch wechselt? Arch. f. d. ges. Physiol. **103**. Str. 353—402.

v. Lieberman u. Székely. 1898. Eine neue Methode der Fettbestimmung in Futtermitteln, Fleisch, Koth. u. s w. Arch. f. d ges. Physiol. **72**.

Lipschütz, A 1910. Zur Frage über die Ernährung der Fische. Zeitschr. f. allg. Physiol. **12**.

Lipschütz, A. 1913. Die Ernährung der Wassertiere durch die gelösten organischan Verbindungen der Gewässer (elne Kritik). Ergebn. d. Physiologie. **13**.

Lipschütz, A. 1915. Zur allgemeine Physiologie des Hungers. Brunświk. Str. 91.

Luciani, L. 1890. Das Hungern. Studien und Experimente am Menschen. Hamburg i Lipsk.

Magnus-Loewy, A. 1893. Über die Grösse des respiratorischen Gaswechsels unter dem Einfluss der Nahrungsaufnahme. Arch. f. d. ges. Physiol. **55**. Str. 1—126.

Manca, G. 1901. Recherches chimiques sur les animaux à sang froid soumis à l'inanition. Part. I et II. Arch ital. de Biologie. **35**. Str. 115—131.

Maurel, E. et de Rey-Pailhade. 1900. Influence des surfaces sur les dépenses de l'organisme chez les animaux à temperature variable pendant l'hibernation. Comp. rend. de la Soc. de Biol. **52**. Str. 1061—1064.

Mayer, A. et Schaeffer, G. 1913. Recherches sur la teneur des tissus en lipoïdes. Existence possible d'une constance lipocytique. Mémoire II. Journ. de Physiol. et Pathol. gén. **15**. Str. 534 - 548.

Mayer, A. et Schaeffer, G. 1914a. Recherches sur les constantes cellulaires. Teneur des cellules en eau. Journ. de Physiol. et Pathol. gén. **16**. Str. 1 - 16 i 23 - 28.

Mayer, A. et Schaeffer, G. 1914b. Variations de la teneur des tissus en lipoïdes et en eau au cours de l'inanition absolue. Journ. de Physiol. et Pathol. gén. **16**. Str. 203—211.

Mayer, A. et Schaeffer, G. 1914c. Variations de la teneur des tissus en lipoïdes et l'activité physiologique des tissus. Cas de la régulation thermique. Journ de Physiol. et Pathol. gén. **16**. Str. 325—336.

http://rcin.org.pl

Meyerhoff, O. 1911. Untersuchungen über die Wärmetönung der vitalen Oxydationsvorgänge in Eiern. Teil. I - III. Bioh. Zeitschr. **35**.

Miescher, F. 1897. Die histochemischen und physiologischen Arbeiten. Tom I i II. Lipsk.

Morgulis, S. 1916. Studja nad flądrami głodzonemi. Journ. of biol. Chemistry. **20**. Str. 39—46. Cytow. wedł. „Maly Jahresbericht". Tom 46.

Nencki, M. i Zaleski, J. 1901. Über die Bestimmung des Ammoniaks in tierischen Flüssigkeiten und Geweben. Marcelego Nenckiego: „Opera omnia". **2**. Str. 518—524.

Parnas, J. K. 1918. Energetyka i metabolizm spraw wypoczynkowych w mięśniach żaby. Sprawozd. Tow. Nauk. Warsz.

Pflüger, E. 1910. Nachtrag zur quantitativen Glykogenanalyse. Handb. d. bioch. Arbeitsmeth. **2**. Str. 1070 - 1081.

Polimanti, Osw. 1913. Über den Fettgehalt und die biologische Bedeutung desselben für die Fische und ihren Aufenthatsort. Bioch. Zeitschr. **56**. Str. 439—445.

Pütter, A. 1907. Der Stoffwechsel des Blutegels. (Hirudo medicinalis L.). Teil. I. Zeitschr. f. allg. Physiol. **6**. Str. 217—286.

Pütter, A. 1908. Der Stoffwechsel des Blutegels (Hirudo medicinalis L.). Teil II. Zeitschr. f. allg. Physiol. **7**. Str. 16—61.

Pütter, A. 1911. Vergleichende Physiologie. Jena.

Pütter, A. 1909. Die Ernährung der Fische. Zeitschr. f. allg. Physiol. **9**. Str. 147—242.

Reichard, A. 1903. Über die Cuticular- und Gerüstsubstanzen bei wirbellosen Tieren. Heidelberg.

Reuss, H. u. Weinland, E. 1912. Über die chemische Zusammensetzung der Aalbrut unter verschiedenen Bedingungen. Zeitschr. f. Biol. **59**.

Rubner, M. 1887. Biologische Gesetze. Marburg.

Rubner, M. 1881. Über den Stoffverbrauch im hungernden Pflanzenfresser. Zeitschr. f. Biologie. **17**. Str. 214—238.

Rubner, M. 1883. Einfluss der Körpergrösse auf Stoff- und Kraftwechsel. Zeitschr. f. Biol. **19**.

Rubner, M. 1883. Verbrennungswert der organischen Nährstoffe. Zeitschr. f. Biol. **19**.

Rubner, M. 1885. Kalorimetrische Untersuchungen I. Zeitschr. f. Biol. **21**.

Rubner, M. 1902. Die Gesetze der Energieverbrauchs bei der Ernährung. Berlin i Wiedeń.

Rubner, M. 1913. Die Ernährungsphysiologie der Hefezelle bei alkoholischer Gärung. Arch. f. (Anat. u.) Physiol. Jahrgang 1913. Suppl. Bd.

Schimanski, H. 1879. Der Inanitions- und Fieberstoffwechsel der Hühner. Zeitschr. f. physiol. Chemie. **3**.

Schoenborn, Graf. E. Weitere Untersuchungen über den Stoffwechsel der Crustaceen. Zeitschr. f. Biol. **57**.

Schulte, H. u. Krummacher, O. 1916. Untersuchungen über Stoff- und Energieverbrauch der Spulwürmer. Zentralbl. f. Physiologie. **30**. Str. 505—508.

Schultz, Fr. N. 1899. Beiträge zur Kenntnis des Stoffwechsels bei unzureichender Ernährung. Arch. f. d. ges. Physiol. **76**. Str. 379 - 411.

Schütz, F. 1913. Zusammensetzung und Stickstoffumsatz hungernden Schleien. Arch. f. (Anat. u.) Physiol. Str. 493 - 519.

http://rcin.org.pl

Slowzoff, B. 1908. Über die Beziehungen zwischen Körpergrösse und Sauerstoffverbrauch der Hunde bei Ruhe und Arbeit. Arch. f. d. ges. Physiol. **95**.

Slowzoff, B. 1904. Beiträge zur vergleichenden Physiologie des Hungerstoffwechsels. Mitt. II. Der Hungerstoffwechsel des Weinbergschnecke. Beitr. zur chem. Physiol. uud Pathol. **4**. Str. 460—476.

Stohmann, F., Kleber, Cl. u. Langbein, H. 1899. Über die Methode von Verbrennung organischer Substanzen in Sauerstoff bei hohem Drucke. Journ. f. prakt. Chemie. **39**.

Sukatschoff, B. 1899. Über den feineren Bau einiger Cuticulae und der Spongienfasern. Zeitschr f. wiss. Zool. **66**.

Szwajsówna, P. 1916. O przemianie materji u larw mącznika (Tenebrio molitor). Spraw. z pos. Tow. Nauk. Warsz. Rok **9**.

Tangl, Fr. 1902. Beiträge zur Energetik der Ontogenese. I. Die Entwicklungsarbeit im Vogelei. Arch. f. d. ges. Physiologie **93**.

Tangl, Fr. 1908. Beiträge zur Energetik der Ontogenese. V. Weitere Untersuchungen über die Entwicklungsarbeit und den Stoffumsatz im bebrüteten Hühnerei. Arch. f. d ges. Physiol. **121**.

Tangl, Fr. 1909. Zur Kenntnis des Stoff- und Energieumsatzes holometaboler Insekten während der Metamorphose. Arch. f. d. ges. Physiol. **130**.

Tangl, Fr. 1909. Embryonale Entwicklung und Metamorphose vom energetischen Standpunkte aus betrachtet. Arch. f. d. ges. Physiol. **130**.

Tangl, Fr. 1913. Ein Kalorimeter für kleine Tiere. Bioch. Zeitschr. **53**. Str. 21—35.

Tangl, Fr. u. v. Kereszty, G. 1911. Zur Methodik der Bestimmung des Kohlenstoffes organischer Verbindungen auf nassem Wege. Bioch. Zeitschr. **32**.

Tangl, Fr. u. Farkas, K. 1904. Beiträge zur Energetik der Ontogenese. IV. Über den Stoff- und Energieumsatz im bebrüteten Forellenei. Arch. f. d. ges. Physiol. **104**.

Terroine, E. F. et Weill, J. 1913. Indices lipocytiques des tissues en cours d'états physiologiques variés. I. Inanition - alimentation. Journ. de Physiol. et Pathol. gén. **15**. Str. 549—563.

Terroine, E. F. 1914a. Variations lipocholestérinémiques au cours de l'inanition et de l'alimentation. Journ. de Physiol. et Pathol. gén. **16**. Str. 386—397.

Terroine, E. F. 1914b. Nouvelles recherches sur l'influence de l'inanition et suralimentation sur la teneur des tissus en substances grasses et en cholestérine. Journ. de Physiol. et Pathol. gén. **16**. Str. 408—418.

Tigerstedt, R. 1910—14. Die Produktion von Wärme und Wärmehaushalt. Handbuch d. vergl Physiol. herausg. von H. Winterstein. **3**.

Wanatabe u. Sassa. 1914. Die Harnanalyse während des zweiwöchigen Hungers eines Mannes. Verglichen mit Beobuchtungen in der Vor- und Nachperiode. Zeitschr. f. Biol. **64**. Str. 373—409.

Weinland, E. 1901. Über Kohlenhydratzesetzung ohne Sauerstoffaufnahme bei Ascaris, einem tierischen Gärungsprozess. Zeitschr. f. Biol. **42**. Str. 51—91.

Weinland, E 1906. Über die Ausscheidung von Ammoniak durch die Larven von Calliphora, und über die Beziehung dieser Tatsache zu den Entwicklungsstadien dieser Tiere. Zeitschr. f. Biol. **47**.

Wolff, E. 1904. Die rationelle Fütterung der landwirtschaftlichen Nutztiere. 6 Aufl. Berlin. (Cyt. wedł. F. Tangl'a w Handb. der Bioch., wyd. przez Oppenheimer'a. **3**, część 2, str. 10.

http://rcin.org.pl

Viewegerowa, J. i Vieweger, T. 1917. Badania czynników rozwoju kultury Colpidium Colpoda (Ehrbg.). I. Wpływ pokarmu i głodu. Spraw. Tow. Nauk. Warsz. Rok **10.**

Viewegerowa, J. Badania nad głodem u wymoczków. Praca jeszcze nieopublikowana.

Voit, C. 1881. Physiologie der allgemeinen Stoffwechsel und der Ernährung. Hermann's. Handbuch der Physiologie. **6.** Lipsk.

Voit, E 1901a. Über die Grösse des Energiebedarfes der Tiere im Hungerzustande. Zeitschr. f. Biol. **41.** Str. 113–195.

Voit, E. 1901b. Die Bedeutung des Körperfettes für die Eiweisszersetzung des hungernden Tieres. Zeitschr. f. Biol. **41.** Str. 502–550.

Voit, E. 1901c. Über die Ursache der Zunahme der Eiweisszersetzung während des Hungers. Zeitschr. f. Biol. **41.** Str. 550–571.

Zuntz, N. 1897. Über den Sauerstoffverbrauch des Hundes bei Muskelarbeit. Arch. f. d. ges. Physiol. **68.**

http://rcin.org.pl

Spis rzeczy.

	Str.
Wstęp	1—3
Część I. Przemiana materji w czasie głodu	4—43
I. Skład chemiczny ciała	4—10
II. Wymiana gazowa	10—23
1. Intensywność procesów oddechowych	13—17
2. Współczynnik oddechowy	17—23
III. Produkty przemiany materji	23—31
1. Zawartość węgla i azotu w produktach przemiany	24—29
2. Intensywność rozpadu składników azotowych ciała	29—31
IV. Przemiana węgla i azotu	31—36
V. Rozpad organicznych składników ciała	36—43
Część II. Przemiana energji w czasie głodu	44—64
I. Produkcja cieplna	47—53
II. Wartości palne składników ciała i współczynniki kaloryczne	53—62
1. Ciepło spalania tłuszczów i glikogenu	54—55
2. Wyzyskanie energetyczne białka i współczynniki kaloryczne	55—62
III. Minimum fizjologiczne przemiany energji i znaczenie białka w energetyce głodu	62—64
Część III. Wpływ pokarmu na przemianę materji i energji	65—80
Część IV. Wnioski ogólne	81—104
Piśmiennictwo	105—110

http://rcin.org.pl

Études comparées sur le métabolisme chimique et énergétique chez les Hirudinées.

(Résumé).

Il résulte des recherches de l'auteur que la constitution chimique du corps de *Hirudo medicinalis* ne change presque pas pendant la durée de l'inanition: les analyses chimiques donnent en moyenne: 90,5% de matières protéiques, 5,0% de corps gras, et 4,5% de glycogène (Tables I—IV du texte polonais). L'intensité des échanges respiratoires, rapportée à l'unité du poids du corps et du temps (à la temperature de 25°C) reste constante; il en résulte que la quantité d'oxygène, absorbée par un gramme de corps, n'est pas en relation avec la durée de l'inanition et avec le degré de la reduction du corps: elle est égale en moyenne à 1,166 cm^3 (Tab. V—XIII). De même la valeur du quotient respiratoire ne dépend pas de la durée du jeun et oscille autour de la valeur moyenne: $RQ = 0{,}706$ (Tab. XIV).

Dans les excréta solides des animaux soumis au jeun absolu on trouve pour un gramme d'azote 1,062 *gr* de carbone (Tab. XV—XVI): d'azote on retrouve surtout (73,9%) dans les combinaisons ammoniacales (Tab. XVII), le reste fait partie de la substance mucilagineuse (9,2%) et du résidu organique de l'urine (16,9%). La quantité d'azote, excrétée par les sangsues inaniées est égale à 0,188 *gr* par gramme du corps et par jour (Tab. XX).

Des expériences dans lesquelles on a étudié le métabolisme au point de vue des échanges de carbone et d'azote, ont demontré que le rapport des ces éléments dans les produits d'excrétion reste constant pendant des longues périodes d'inanition (Tab. XXI—XXII).

http://rcin.org.pl

Des expériences ayant pour objet le rôle des constituants chimiques du corps dans le métabolisme pendant l'inanition (Tab. XXIII–XXIV), ont démontré que les substances organiques azotées et non azotées sont brûlées à peu près dans les mêmes proportions, dans lesquelles ils entrent dans la constitution du corps. Ainsi ces expériences confirment le fait mentionné plus haut. On peut donc signaler comme le trait caractéristique du métabolisme chimique des sangsues mises à jeun—la désassimilation fort prononcée (environ 85%) des substances protéiques (Tab. XXVI).

L'étude du métabolisme énergétique a été exécutée par voie de calorimétrie chimique et de calorimétrie physique. Les mesures de la production de la chaleur (Tab. XXVII — XXXI), contrôlées d'une manière indirecte par la combustion dans la bombe calorimétrique (Tab. XXXII) ont demontré qu'un gramme de corps vivant produit 2,91 — 6,82 *cal.* par jour. La chaleur de combustion d'un gramme de corps gras est égale à 8,819 *Cal.* (Tab. XXXIII), celle des matières protéiques à 5,430 *Cal.* (Tab. XXXIV). Le rendement bioénergétique des substances protéiques est très petit, 57,7% environ de la chaleur de combustion, ce qui nous donne comme valeur physiologique de la combustion d'un gramme de matières protéiques —3,132 *Cal.* (Tab. XXXIV). Les coefficients thermiques de l'azote et de l'acide carbonique ont de même une valeur très petite — 20,71 et 2,45 *Cal.*

Le sang, ingéré par la sangsue, exerce une influence remarquable sur l'intensité du métabolisme: il accélère les échanges respiratoires de même que l'excrétion de l'azote (Tab. XXXV—XL). Comme l'absorption de l'oxygène et la production de l'acide carbonique augmentent au même degré, la valeur du quotient respiratoire après l'alimentation ne change en rien. L'accélération du métabolisme chimique et énergétique augmente proportionnellement à la quantité d'aliment ingérée par la sangsue: l'introduction d'un gramme de sang, surpassant 160 fois les besoins journaliers d'un organisme mis à jeun pesant un gramme, augmente le degré de la désassimilation de 120%, en comparaison avec l'organisme à jeun (Tab. XLI—XLIV).

Dans la partie générale du travail l'auteur insiste sur l'importance biologique du fait constaté, à savoir: de la loi exponentielle suivant laquelle l'intensité de la désassimilation varie en fonction du temps. Prenant en considération les travaux contemporains sur la physiologie de l'inanition et de l'alimentation, il analyse les cas particuliers signalés par les auteurs, dans lesquels l'intensité du métabolisme pendant l'inanition ne varie pas suivant la règle citée plus haut.

L'auteur distingue, au point de vue du métabolisme pendant l'inanition, deux types d'animaux: le type poïkilotherme, signalé par la

http://rcin.org.pl

prédominance de la désassimilation des matières protéiques et le type homéotherme, chez lequel au commencement du jeun sont utilisées avant tout les graisses. Ceci résulte de la différence entre les deux catégories de graisses: la graisse de réserve, très plastique, servant de source d'énergie, dont se servent les animaux homéothermes, et la graisse constitutive, ayant une liaison biochimique avec les matières protéiques organisées, qui est utilisée chez les animaux poïkilothermes au même degré que les matières protéiques.

Grâce au faible pouvoir de mise en réserve de la graisse, les animaux poïkilothermes présentent pendant l'inanition le phénomène de la désintégration très active de l'albumine organisée qu'ils utilisent d'une façon très peu économique. La faculté d'assimilation et d'utilisation des graisses de réserve est un caractère prédominant du métabolisme des animaux homéothermes, secondairement acquis, lequel — en cas du manque de la nourriture — préserve l'organisme de la désintégration trop active des matières protéiques.

PAŃSTWOWE
MUZEUM ZOOLOGICZNE
BIBLIOTEKA

http://rcin.org.pl

Table des matières du texte polonais.

	Pages.
Introduction	1—3
I-re partie. Métabolisme pendant l'inanition au point de vue chimique	4—43
I. Constitution chimique du corps	4—10
II. Respiration	10—23
1. Intensité des échanges respiratoires	13—17
2. Quotient respiratoire	17—23
III. Produits de la désassimilation	23—31
1. Teneur en C et N des excréta	24—29
2. Intensité de la désintegration des constituants azotés du corps	29—31
IV. Échange de C et N pendant l'inanition	31—36
V. Désassimilation des constituants organiques du corps	36—43
II-me partie. Echanges énergétiques pendant l'inanition	44—64
I. Production de la chaleur	47—53
II. Valeur calorique des constituants chimiques du corps et leur rendement énergétique	53—62
1. Chaleur de combustion de la graisse et du glycogène	54—55
2. Rendement bioénergétique des protéines et les coefficients caloriques	55—62
3. Minimum physiologique des échanges énergétiques et le rôle des protéines dans le bilan énergétique pendant l'inanition	62—64
III-me partie. Influence de la nutrition sur le métabolisme chimique et énergétique	65—80
IV-me partie. Considérations générales	81—104
Index bibliographique	105—110

http://rcin.org.pl

Mk. fen.

*Kulwieć Kazimierz. Chrząszcze polskie. Klucz do określania owadów tęgopokrywych, dla użytku młodzieży, amatorów i ogrodników. 1907, 227 . . 1 50

Lewiński Jan Utwory dyluwialne i ukształtowanie powierzchni przedlodowcowej dorzecza Przemszy. T. N. W. № 7. 1914. 159 V tabl. . . . .

Lewiński Jan. Z morfoologii i geologii stepów czarnomorskich T. N W. № 16. 1916 85. IV . . . . . .

*Malinowski Edmund dr. Świat roślin. O kształtach roślin, powstawanie gatunków, krążenie soków w roślinach, 1912. VI+2 nlb+145+2 nlb+108 rys +2 tabl. barw. . . . . — 75

Małkowski Stanisław. O wydmach piaszczystych okolic Warszawy. T. N. W. № 23. 1917. 46+2 tabl +IV . . . . . .

*Merczyng H. Teorya prądu elektrycznego. Zarys zasadniczych praw ustalonego i nieustalonego prądu elektr. i towarzyszących mu zakłóceń magnetycznych. Podstawy elektromagnetycznej teoryi światła. 1905, IX+92 . 2 —

*Męczkowska T. i Rychterówna St. Zbiór ćwiczeń i doświadczeń z przyrody martwej (202 doświadczenia z 112 rysunkami). 1915, 156 . . . . . 2 —

*Męczkowska T i Rychterówna St. Ćwiczenia z przyrody żywej. 166 ćwiczeń z botaniki, 106 z zoologii i 155 rysunków. 1917 190 . . . . . 3 —

*Mendel Grzegorz. Badania nad mieszańcami roślin. Z wydania E. v. Tschermaka, przełożyła W Wolska. 1915, 67. . . . . 1 25

*Merecki Romuald. Klimatologia ziem polskich. 1914, 313 . . . . . 4 50

*Miłobędzki Tadeusz. Szkoła analizy jakościowej. 1917, VII+400 . . . . . 6 —

Minkiewicz Romuald. Podstawy doświadczalne i teoretyczne nowego pojmowania zjawisk nerwowych. 1917. 153 . . . . . 4 50

*Mohn H. Zasady meteorologii, przeł. St. Kramsztyk. 1888, XVI+318+VI z 46 drzewor. i 25 tabl. litograf. . . . . .

Natanson Ludwik dr. med. Teorya jestestw idyodynamicznych. 1883, 112+IV. — 50

*Nusbaum Józef, dr. prof. Zasady anatomii porównawczej.
I. Wiadom. wstępne i anatomia porów. zwierząt bezkręgowych; 212 rys. w tekście oraz 5 tabl. litograf 1899, III+744+XXI.
II. Anatomia porów. zwierząt kręgowych ze 134 drzewor., 1903, X+552.

*Nusbaum J. dr. Zootomia praktyczna Wyd staraniem d-ra Jana Tura, ze 100 drzeworyt. 1908. VIII+263 . . . . . 5 —

*Nusbaum Hilarowicz Józef. Szlakami nauki ojczystej. Wydał Jan Tur. 1916, III+230+11 portretów 3 75

Pamiętnik Fizyograficzny wyd K. Kulwieć i K. Stołyhwo. Tomów XXIV .

*Perkin Molwo Ph. D. Krótka preparatyka nieorganiczna, przełożył Roman Alpern pod redakcyą p. Harabaszewskiego 1907, 251, fig. 27 . . . . . 3 50

Pogorzelski W. Badanie teoretyczne ilości ciepła, otrzymywanych na kuli ziemskiej z uwzględnieniem strat promieniowania w atmosferze. T. N. W. 1916. 100. . . . . .

*Poincaré H. Teorja Maxwella i falc Hertza 1917. IX+112. . . . . 1 50

Poradnik dla Samouków. Wskazówki metodyczne dla studyujących poszczególne nauki. Wydawnictwo A. Heflicha i St. Michalskiego. Wyd nowe. Tom I-szy w opracowaniu J. Łukasiewicza, Z. Janiszewskiego, St. Kwietniewskiego, St. Mazurkiewicza, W. Sierpińskiego i St. Zaremby. (15×23), 1915, XXXIX+618, z 34 fig. w tekście i I tabl. . . . . 10 —

— Tom II-gi wyd. nowe. Fizyka, Gieofizyka, Meteorologia w opr. M. Smoluchowskiego, M. P. Rudzkiego i R. Mereckiego, 1917 . . . . . 10 —

Potworowski Gustaw. Studja teratogenetyczne (Z trzema tablicami podwójnemi mikrofotogramów). T. N. W. № 21. 1917+IV+III tabl. . . . .

*Pożaryski Mieczysław. Podstawy naukowe elektrotechniki łącznie z zasadami pomiarów. 1915, X+415, z 427 rysunkami w tekście 6 40

Raabe Henryk. Pokolenia jesienne Amoebidium, Parasilicum. Cienk (z 4 rysunkami w tekscie i 2 tablicami) T. N. W. № 19. 1916. 91 str. . . .

*Routh E. J. Statyka teoretyczna z licznymi przykładami, z drugiego wydania angielskiego, przełożył Zygmunt Straszewicz. 1916, X+453, rys. 59 . . 7 50

*Rudzki M. P. Dr. Zasady meteorologii. Wyd. Jan Krassowski. 1917, VIII+161 4 —

Rychłowski Bolesław. Materyały do Hydrologii Królestwa Polskiego i ziem przyległych, 1917, II+738, III, wyd. Tow. Nauk. . . . . .

Samsonowicz Jan. Utwory dewońskie wschodniej części gór Świętokrzyskich.

Sumiński Stanisław. O budowie i rozwoju narządów kopulacyjnych samczych. 1917. 52 str.+III+II tabl. T. N. W. № 22 . . . . . .
T. N. W. № 20 1917. 69 str. . . . . .

http://rcin.org.pl

DO NABYCIA WE WSZYSTKICH KSIĘGARNIACH

NASTĘPUJĄCE DZIEŁA WYDANE Z ZAPOMOGI

KASY POMOCY DLA OSÓB PRACUJĄCYCH NA POLU NAUKOWEM

imienia d-ra med. JÓZEFA MIANOWSKIEGO,

LUB OFIAROWANE NA RZECZ KASY.

NAUKI PRZYRODNICZE.

Mk. fen.

Bonnet Robert dr. Rozwój zwierząt kręgowych i człowieka. (Embryologia) podręcznik dla studentów. Wyd. dr. Antoni Kuczyński, przeł. Henryk Zagrodziński. 1918, XVI+658 rys. 377 . . . . . 15 —

Chemik Polski czasopismo poświęcone wszystkim gałęziom chemii teoretycznej i stosowanej. Red. T. Miłobędzki. Tom XV. Zeszyt I. 1917 . . . . .

***Chmielewski Z.** Podręcznik analizy chemiczno-rolniczej. 1905, 169 . . . . 1 50

Domaniewski Janusz. Fauna Passeriformes okolic Saratowa. Wyd. Tow. Nauk.

Dzieje myśli. Tom I zesz. 1. O rozwoju metod badań naukowych. Wiedza ludów pierwotnych. Dzieje astronomii. Rys rozwoju fizyki. W opr. Wł. Heinricha, Ludwika Krzywickiego, Stanisława Kramsztyka i Ludwika Brunera, 1907, XXXI+296, z 82 ilustr. w tekście . . . . . .

— **Tom I zesz. 2** Rozwój historyczny pojęć chemicznych. Szkic ewolucyi pojęć w mineralogii. Zarys rozwoju matematyki a) rozwój arytmetyki i algiebry do końca XVI w., b) zarys rozwoju gieometryi w starożytności, wiekach średnich i w epoce odrodzenia. c) rozwój matematyki od początku w. XVII. W opr. Leona Marchlewskiego. Józefa Siomy, Michała Feldbluma, Władysława Smosarskiego i Stefana Kwietniewskiego, 1911, 279, z 33 ilustr. . . . . .

— **Tom II zesz. 1.** Historya ogólnej nauki o ziemi (gieografii — gieologii). Dzieje nauk biologicznych. Dzieje antropologii. Dopełnienie do historyi fizyki. W opr. Wacława Nałkowskiego, Józefa Nusbauma i Ludwika Krzywickiego, L. Brunera, 1907, 471, 40 ilustr. w tekście 2 tabl. . . .

— **Tom II zesz. 2.** Z historyi zagadnień i metod psychologii. Zarys historyi językoznawstwa czyli lingwistyki (glottologii). Indeksy alfab. (rzeczowy i nazwisk.) do historyi językoznawstwa. W opr. Stanisława Lorji i Jana Baudouina de Courtenay, 1909, 302 . . . . . .

***Faraday M.** Dzieje świecy, sześć wykładów popularnych w przekładzie Maryi i Stanisława Kalinowskich. 1914, XXIII+105, fig. 35 . . . . . 1 —

***Filipowicz Kazimierz** dr. Wiadomości początkowe z botaniki (podług dzieła d-ra Le Maout „Leçons élémentaires de botanique") z 194 drzew. w tekscie. 1884, III+225+II . . . . . — 60

Gorczyński Władysław, Kosińska Stanisława. O temperaturze powietrza w Polsce. Osobne odbicie z tomu XXIII Pamiętnika Fizyograficznego. 1916, 262+XXVIII tabl. . . . . .

***Holleman A. F.** prof. Podręcznik chemii nieorganicznej, z 3 niem. wyd. przeł. i wedł. 13 niem. poprawił K. Jabłczyński, 1917, VIII+443 . . . . . 5 —

***Jędrzejewicz J.** Kosmografia. Wyd. 2 oprac. przez d-ra M. Ernsta. Z 246 fig. w tekście i 11-ma tabl. 1907, XVI+442 (wyczerpane) 7 50

***Joubert J.** Zasady elektryczności Z czwartego wydania francuskiego przełożył Maryan Grotowski. 1915, XV+507; z 354 rys. w tekście. 7 50

***Klein P.** Meteorologia ogólna. Przełożył R. Merecki. 1915, VII+437+7 str. spr. 4 50

Kondratowicz Hieronim inż. Górnictwo. Wydanie 2-gie. Tom I. 1918 r. XIX+623 str.+610 . . . . . 15 —

***Kontkiewicz S.** Krótki podręcznik mineralogii, 1907, V+228+3 tabl. . . .

Kozłowski Leon. Badania archeologiczne na górze Klin w Iwanowicach, powiatu Miechowskiego z 36 rysunkami w tekście. T. N. W. № 14. 1917. 60+IV . . . . . .

***Kozłowski Wł. M.** Zasady przyrodoznawstwa w świetle teoryi poznania, 1905, 311 1 —

Krassowski Jan. O ruchu planety typu $^3/_4$ (Thule). Wyznaczenie wyrazów archeologicznych bez przerwy. T. N. W. 4a 12. 1916. 124 . . . . .

***Kraszewski W.** Podręcznik do badań produktów spożywczych, przedmiotów użytku domowego i wykrywania ważniejszych alkaloidów. 1917, IX+158+XXVII tabl. 4 50

INSTYTUT ZOOLOGICZNY
Polskiej Akademii Nauk
BIBLIOTEKA
http://rcin.org.pl

Mk. fen.

*Szafer Władysław dr. O geograficznem rozmieszczeniu i hodowli roślin lekarskich w Polsce. Wydał prof. Władysław Mazurkiewicz 1918. str. 16 + 2 tabl. . . . . 2 —

*Szokalski W. T. Początek i rozwój umysłowości w przyrodzie. 1885, VIII+468 — 50

Sztolcman Jan. Szkice ornitologiczne. 1916. 299 str. . . . . .

Świat i Człowiek. Zesz. I. Pojęcie rozwoju. Wszechświat i jego rozwój. Rozwój ziemi opr. I. Wasserberg, S Kramsztyk, W. Nałkowski. (15×21½), 1908, XVI+215+82 ilustr.+3 tabl. kol. . . . . .

Świat i Człowiek. Zesz. II. Rozwój życia organicznego. Gienealogja roślin. Gienealogja zwierząt. Pochodzenie człowieka. Rozwój człowieka, opr. J. Nusbaum, Z. Wóycicki, J. Eismond, K. Stołyhwo, L. Krzywicki. (15 × 21½), 1912, 321+73 ilustr.+1 tabl. . . . . .

— Zesz. III. Rozwój kultury materyalnej, więzi społecznej i poglądu na świat. Rozwój mowy ludzkiej i języków. Rozwój stosunków gospodarczych, opr. L. Krzywicki, K. Appel. (15 × 21½), 1912, 356 + 65 ilustr. . . .

— Zesz. IV. Rozwój społeczny śród zwierząt i u rodzaju ludzkiego. Rozwój życia psychicznego. Rozwój w dziejach sztuki. Znaczenie rozwoju świata i człowieka, w opracowaniu: L. Krzywickiego, M. Borowskiego, Wł. Tatarkiewicza i Fl. Znanieckiego. (16×23½), 1913, 355+5 ilustr. . .

*Tenenbaum Szymon. Fauna koleopterologiczna wysp Balearskich. 1915, 150+IV. 2 —

*Tombeck D. i Gouard E. Chemia przemysłowa. Z oryginału francuskiego przełożył i uzupełnił Jan Harabaszewski. 1915, VII+422, fig. 183 . . . . 4 50

*Treadwell F. P. Chemja analityczna jakościowa. Przekład M. Dominikiewicza i S. Przemyskiego, pod redakcyą i udziałem J. Harabaszewskiego. 1917, str. 64 . . . . . 9 —

Tur Jan. Badania nad rozwojem Chalcides Lineatus Leuck. T. N. W. 1916. 175 str. IV. . . . . .

Tur Jan. „Nić osiowa" i „czop metastomalny" w rozwoju owodniowców (Amniota). T. N. W. № 25. 1917 str. 368. . . . . .

Tur J. Nowe badania nad rozwojem układu nerwowego potworów platyneurycznych. 1915. str. 131 T. N. W. 3 50

*Warming E. Zbiorowiska roślinne. Zarys ekologicznej geografii roślin. Z wyd. niem. E. Knoblaucha przełożyli z upow. autora E. Strumpf i J. Trzebiński. 1900, XV+450. . . . . 3 75

*Witkowski Aug. prof. Un. Jag. Zasady fizyki.

Tom I. 1892, X+469+205 fig. . . . . (wyczerp.)

„ I wyd. 2, 1904, XIII+542+1 nlb. +205 fig. . . . . „

„ I wyd. 3. Fizyka ogólna. Dynamiczne własności materyi. Akustyka. 1908, XV+536+205 fig. (wyczerp.) . . . . . .

„ I, wyd. 4, 1915, XX+535, rys. 205 . . . . . 6 —

„ II zesz. 1, 1897, 301+108 fig. . . . . (wyczerp.)

„ II zesz. 2, 1904, IX+571+285 fig.+2 tabl. kol. . . . . „

„ II wyd. 2. Ciepło. Fizyka cząsteczkowa. Promieniowanie. 1908. X+651+285 fig. +2 tabl. kol. . . . . 6 —

„ III. Elektryczność i magnetyzm. 1912, IX+1 nlb. + 655 + 326 fig. 6 —

W. K. Rzeki i jeziora, tekst objaśniający do mapy hydrograficznej dawnej słowiańszczyzny, cz. półn.-zach. 1883, II+25+1 nlb. . . . . .

*Wóycicki Zygmunt. Obrazy roślinności Królestwa Polskiego. (Vegetationsbilder aus dem Koenigreich Polen).

Zeszyt I. Roślinność niziny Ciechocińskiej. (Flora der Niederung von Ciechocinek). 1911, 12 nlb.+tab. 10+20 str. nlb. objaśnień . 2 50

„ II Roślinność wyżyny Kielecko-Sandomierskiej. (Flora der Kielce-Sandomierz'schen Gebirgskette). 1912, 22+10 tabl. . . . 2 50

„ III. Roślinność wyżyny Kielecko-Sandomierskiej. (Flora der Kielce-Sandomierz'schen Gebirgskette). 1912, 22+10 tabl. . . 2 50

„ IV. Roślinność Bolesławia i Olkusza 1913, 31+10 tabl. . . . 2 50

„ V. Roślinność Ojcowa. (Flora von Ojców). 1913, 39+10 tabl. . 2 50

„ VI. Roślinność Ojcowa. (Flora von Ojców). 1913, 26+10 tabl. . 2 50

„ VII. Roślinność okolic Częstochowy i Olsztyna. 1914, 30+10 tabl. 2 50

„ VIII. Roślinność pasma Wzgórz Kazimierskich. 1914—1916. 27+10 tabl. 2 50

„ IX. Roślinność pasma Wzgórz Kazimierskich (Flora der Hügelkette von Kazimierz). 1914—1917. 24+10 tabl. 2 50

„ XI. Roślinność Miodoborów (Vegetationsbilder aus dem Miodoborg-Hügelzuge in Podolien). 1914—1917. 38+10 tabl. . . 2 50

http://rcin.org.pl

Redaktor i Wydawca

Jan Tur.

Adres Redakcyi: Śniadeckich № 8 (w lokalu Towarzystwa Naukowego Warszawskiego).

Cena Mk. **4.**

http://rcin.org.pl

Inst. Zool. PAN
Biblioteka
P. 1601