

26

ODBITKA

z „Kosmosu“, czasopisma Polskiego Tow. Przyrodników im. Kopernika  
Tom LVIII. Zeszyt I—IV. 1933. Serja A. Rozprawy

EXTRAIT

du „Kosmos“ Journal de la Société Polonaise des Naturalistes „Kopernik“  
Vol. LVIII. Fasc. I—IV. 1933. Série A. Mémoires

---

KAZIMIERZ BIAŁASZEWICZ

# Badania nad przemianą materji i energii w rozwoju owadów

I. Produkcja ciepła w okresie wzrostu larwalnego  
i metamorfozy *Lymantria dispar* L.

[Recherches sur le métabolisme chimique et énergétique pendant  
de développement des Insectes. — Partie I.)



LWÓW

PIERWSZA ZWIĄZKOWA DRUKARNIA WE LWOWIE, UL. LINDEGO L. 4

1933



# Badania nad przemianą materji i energii w rozpadach gwadów

I. Produkcja energii w okresie wzrostu jarwałnego

I. *Recherches sur la production d'énergie pendant*

*le développement des larves. — Paris 1933.*

## ODBITKA

z „Kosmosu“, czasopisma Polskiego Tow. Przyrodników im. Kopernika  
Tom LVIII. Zeszyt I—IV. 1933. Serja A. Rozprawy

## EXTRAIT

du „Kosmos“ Journal de la Société Polonaise des Naturalistes „Kopernik“  
Vol. LVIII. Fasc. I—IV. 1933. Série A. Mémoires.

ODBIŁKA

A. Kozłowski, Wyższe plany funkcjonalne i ich realizacja w projektach  
Tom VIII, zeszyt 1-IV, 1933, s. 1-10.

EXTRAIT

du Kozłowski, Journal de la Société Française des Architectes, 1933, tome VIII, fascicule 1-IV, 1933, p. 1-10.

# Badania nad przemianą materji i energii w rozwoju owadów

## I. Produkcja ciepła w okresie wzrostu larwalnego i metamorfozy *Lymantria dispar* L.

[Recherches sur le métabolisme chimique et énergétique pendant  
le développement des Insectes. — Partie I.]

Napisał

**KAZIMIERZ BIAŁASZEWICZ**

Procesy chemiczne i energetyczne, zachodzące w czasie rozwoju owadów, należą do szeregu najciekawszych zagadnień fizjologii rozwoju. W okresie tym odbywają się zarówno niezwykle intensywnie przebiegające procesy wzrostu i różnicowania się, jak i bardzo głęboko sięgające zjawiska przekształceń chemicznych i inwolucji morfologicznej. Pierwsze z nich zachodzą w okresie wzrostu larwalnego w postaci rytmicznie następujących po sobie fal asymilacyjnych, w krótkim przeciągu czasu prowadząc do wytworzenia stosunkowo olbrzymich ilości materji żywej, drugie natomiast, jako okresy linienia i przeobrażenia, są chwilami przerw w asymilowaniu pokarmów, momentami jakgdyby spoczynku, w czasie których substancje zasymilowane ulegają przeróbce i częściowemu zużyciu, składniki zaś morfologiczne organizmu przechodzą fazy przekształceń, które umożliwiają realizację dalszych okresów rozwoju.

W zjawiskach pierwszej kategorii przeważają procesy anaboliczne, zjawiska natomiast, występujące w okresach rzekomego spoczynku, mogą stanowić ciekawy teren badań nad procesami rozpadu i przebudowy substancyj chemicznych, przyswojonych w okresach wzrostu larwalnego.

Fizjologia rozwoju owadów, zwłaszcza w dziedzinie badań nad niezwykle pociągającym uwagę biologów zagadnieniem me-

tabolizmu w okresie metamorfozy, posiada bardzo rozległą literaturę. Badania prowadzone w tym zakresie zdążają jednak poważnie w dwu tylko kierunkach, a mianowicie — bądź w dziedzinie poznania przebiegu procesów wymiany gazowej, bądź też zmian, jakim ulegają składniki chemiczne ciała w poszczególnych okresach rozwoju owada. Strona natomiast energetyczna tych zjawisk, była w badaniach dotychczasowych — poza nielicznymi obserwacjami — w sposób niedostateczny uwzględniana.

Zadaniem obecnej serji naszych poszukiwań było ogólne scharakteryzowanie z punktu widzenia przemian energetycznych procesów wzrostu, linienia i metamorfozy owadów, oraz — próba ustalenia związku, zachodzącego w tych okresach rozwoju między zjawiskami cieplnymi i oddechowemi z jednej strony, a zmianami w składzie chemicznym organizmu — z drugiej. Wychoziliśmy z tego założenia, że ściśle powiązanie tych procesów z sobą może doprowadzić do głębszego wniknięcia w istotę głównych reakcyj termochemicznych, towarzyszących zjawiskom rozwoju i inwolucji.

#### Metodyka.

Obserwacje, podane w niniejszej, pierwszej części naszych poszukiwań, były przeprowadzone na wyhodowanych z jaj gąsienicach i poczwarkach nieparki brudnicy (*Lymantria dispar* L.). Obok wspólnej hodowli egzemplarzy, pochodzących z jednego pomiotu, były prowadzone hodowle pojedynczych gąsienic doświadczalnych, które były umieszczane w małych słoikach szklanych, zamkniętych gęstą siatką drucianą. Hodowle te przez cały czas rozwoju pozarodkowego, t. j. od chwili wyklucia gąsienicy z jaja do wyklucia się motyla z poczwarki, znajdowały się w dużym, ogrzewanym elektrycznie termostacie szklanym w temperaturze  $25 \pm 0,3^{\circ}$  C. Słoiki, zawierające pojedyncze gąsienice, często kontrolowano, zmieniając codziennie pokarm (liście wierzby), obliczając liczbę wydalonych kawałków kału, ważąc zwierzęta i notując momenty zrzucania przez gąsienicę skórki.

Pomiary ciepła, były wykonywane w mikrokalorymetrze Wertensteina<sup>1)</sup>, pozwalającym mierzyć ilość ciepła z dokładnością do 0,01 gcal/h. Przyrząd ten był zaopatrzony w czuły

<sup>1)</sup> L. Wertenstein. 1917. Un microcalorimètre différentiel. C. R. de la Soc. des Sc. de Varsovie. 10. (767).

termoregulator elektryczny, z którego pomocą można było utrzymać stałą temperaturę zawierającego naczynia dewarowskie bloku metalowego, wynoszącą około  $25^{\circ}\text{C}$ , w jakiej były wykonane wszystkie nasze pomiary kalorymetryczne. Zwierzęta w czasie pomiarów znajdowały się stale w szklanych naczyniach cylindrycznych o pojemności około  $15\text{ cm}^3$ , szczelnie zamkniętych dobrze przyszlifowanym i nasmarowanym lanoliną korkiem; ponadto na wewnętrznej powierzchni tego korka znajdował się pasek bibuły, zwilżonej wodą w celu nasycenia powietrza w naczynku parą wodną. Okres poprzedzający pomiar, w czasie którego następowało wyrównanie temperatury naczynka z temperaturą kalorymetru oraz powietrze dochodziło do stanu nasycenia parą wodną, trwał zwykle nie dłużej 30 minut. Po upływie tego czasu naczynko, celem nieznacznego ochłodzenia go, wyjmowano na krótką chwilę z kalorymetru, właściwy zaś okres pomiaru, który trwał od 20 do 40 minut, rozpoczynano od momentu przejścia obrazu galwanometrycznego przez punkt zerowy skali. Odczytanie stanu galwanometru uskutecziano co jedną lub dwie minuty i do każdego odczytania wprowadzano poprawkę na stratę ciepła, którą obliczano ze stałej stygnięcia doświadczalnego naczynia dewarowskiego, stąd zaś obliczano produkcję ciepłą, mnożąc średnią poprawioną prędkość odchylenia się obrazu galwanometrycznego ( $\text{mm}/\text{min}$ ) przez współczynnik, ustalony w pomiarach cechowania kalorymetru. To ostatnie przeprowadzano, bądź ogrzewając naczynko doświadczalne różnymi ilościami ciepła Joule'a, bądź z pomocą preparatów radu o znanem wydzielaniu ciepła. W razie potrzeby wykonywano po kilka następujących po sobie krótkotrwałych seryj pomiarów, otwierając za każdym razem naczynko i przewietrzając go strumieniem czystego powietrza.

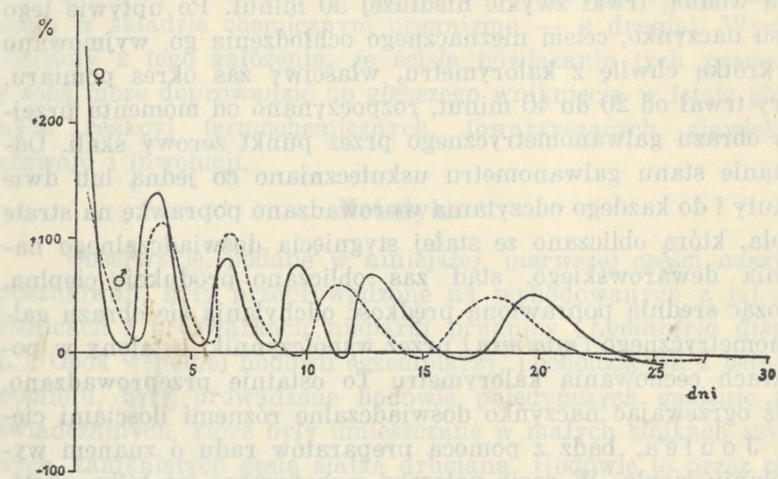
### Część doświadczalna.

Według licznych spostrzeżeń w literaturze entomologicznej, przebieg wzrostu larwalnego owadów posiada charakter falisty, wykazując obok okresów wzmózonej asymilacji okresy zastoju. Okresy depresji, zwane snem larwalnym, są związane ze zjawiskami linienia gąsienic: charakteryzuje je wstrzymanie się zwierząt do pokarmu oraz stan zwolnionych ruchów ciała i bezwładu mięśniowego, któremu — podobnie jak w czasie metamorfozy —

towarzyszą zjawiska głębokich przekształceń morfologicznych i chemicznych.

U gąsienic *Lymantria dispar* wzrost przebiega w podobny sposób. Rys. 1 przedstawia krzywe dziennych przyrostów i ubytków procentowych masy ciała u dwu osobników, mianowicie — u samca i samicy, w ciągu całego rozwoju larwalnego, t. j. od chwili wyklucia się z jajka aż do momentu zapoczwarczenia się. Gąsienice te przez cały czas rozwoju znajdowały się w stałej temperaturze 25°.

Jak widać z rysunku, okres wzrostu larwalnego posiada charakter procesu nieciągłego, skła-



Rys. 1.

dającego się z określonej liczby (4—5) rytmicznie powtarzających się i ulegających w miarę postępu rozwoju stopniowej amortyzacji fal asymilacyjnych. Fale te, przedzielone momentami spoczynku wzrostowego, w czasie których zwierzęta tracą na wadze, składają się z ramienia szybko wzrastającej energii anabolicznej oraz z odcinka malejącego natężenia procesów wzrostowych. — Punkty wierzchołkowe fal, które przypadają przeważnie na pierwszą połowę okresów międzyliniennowych, odpowiadają momentom największego natężenia procesów asymilacyjnych:



w pierwszym okresie wzrostowym po wykluciu się gąsienic odpowiadają one więcej niż potrojeniu masy ciała w ciągu jednej doby, gdy w ostatnim okresie wzrostu, poprzedzającym zapoczwarczenie się gąsienic, dobowy przyrost nie przekracza 60% wagi zwierzęcia. Natomiast punkty najniższe poszczególnych fal odpowiadają momentom najgłębszych przekształceń, związanych z linieniem i snem larwalnym zwierząt.

Pierwszem zadaniem naszych poszukiwań było scharakteryzowanie pod względem natężenia procesów przemiany energii okresów wzrostu, linienia i metamorfozy, w ciągu całego okresu rozwoju pozarodkowego. Wyniki tych doświadczeń zostały przedstawione w postaci trzech seryj pomiarów (tab. I, II i III), przeprowadzonych na oddzielnych gąsienicach. Odnośne tabele zawierają, oprócz daty poszczególnych obserwacji i dnia

Tabela I.

Produkcja ciepła w czasie rozwoju pozarodkowego *Lymantria dispar* (♀)

Nr. kolejny pomiaru	Data	Dzień rozwoju od wyklucia gąsienicy z jaj dni	Ciężar ciała mg	Pomiary kalorymetryczne				Uwagi
				czas trwania pomiaru kalorymetrycznego min.	Ilość ciepła wydzielona			
					przez zwierzę w ciągu godziny gcal/h	przez jeden gram masy żywej na godzinę		
						w poszczególnych pomiarach gcal/g/h	średnio w okresach wzrostu gcal/g/h	
1	16 III.	16.0	97	20	0.391	4.04	} 3.60	Wzrost
2	18 "	18.0	157	20	0.496	3.16		"
3	21 "	21.0	249	20	0.419	1.68	} —	Wylinka IV.
4	23 "	23.0	332	20	1.452	4.37		Wzrost
5	25 "	25.0	487	24	1.754	3.60	} 4.11	"
6	27 "	27.2	594	24	2.864	4.82		"
7	29 "	29.2	837	20	3.499	4.18		"
8	1 IV.	32.2	1054	20	3.760	3.57		"
9	3 "	34.2	910	20	1.247	1.37	} —	Wylinka V.
10	6 "	37.0	1146	22	4.020	3.51		Wzrost
11	8 "	39.0	1625	12	5.750	3.54	} 3.52	"
12	16 "	47.0	1376	26	3.207	2.33		Osnuwanie się
13	18 "	49.0	1000	30	1.767	1.77	} —	Poczwarka
14	21 "	52.0	—	20	0.850	0.85		"
15	22 "	53.0	—	30	0.960	0.96	} —	"
16	26 "	57.0	—	30	1.832	1.83		"

rozwoju gąsienic, dane liczbowe, dotyczące ciężaru ciała zwierząt, czasu trwania pomiaru kalorymetrycznego, ilości ciepła wydzielanego przez gąsienice i poczwarki w ciągu jednej godziny, oraz obliczenie produkcji ciepłej na jeden gram masy żywej i na godzinę. Celem dokładniejszego ustalenia przerw w pobieraniu pokarmu, podano ponadto w niektórych tabelach (II i III) liczbę kawałków kału, wydalonego przez gąsienice w ciągu doby.

Tabela I zawiera wyniki, otrzymane na osobniku samicy, i obejmuje rozwój gąsienicy począwszy od połowy czwartego okresu wzrostowego aż do ostatnich momentów metamorfozy, przyczem oddzielne obserwacje dokonywano nie codziennie, lecz w dłuższych, przeważnie 2—3 dziennych, okresach czasu. Główne wyniki tej tabeli zostały podane na rys. 2 w postaci krzywych (str. 28), z których jedna (linja ciągła) przedstawia przebieg wzrostu bezwzględny, druga natomiast (linja przerywana) ilości ciepła, produkowane przez osobnika na godzinę.

Tabela II.

Produkcja ciepła w czasie rozwoju larwalnego *Lymantria dispar* (♂)

Nr. kolejny pomiaru	Data	Dzień rozwoju od wyklucia gąsienicy z jaja dni	Liczba kawałków kału wydzielona przez gąsienicę w ciągu jednej doby	Ciężar ciała mg	Procentowy przyrost lub ubytek ciężaru ciała w ciągu jednej doby %	Pomiary kalorymetryczne				Uwagi
						czas trwania pomiaru kalorymetrycznego min.	Ilość ciepła wydzielona			
							przez zwierzę w ciągu godziny gcal/h	przez jeden gram masy żywej na godzinę		
								w poszczegól- nych pomia- rach gcal/g/h	średnio w okre- sach wzrostu gcal/g/h	
1	12 V.	6.0	—	36	—	30	0.142	3.94	4.72	Po wylince II.
2	13 "	7.0	41	62	+72	50	0.391	6.31		Wzrost
3	14 "	8.0	29	65	+5	30	0.411	6.32	—	"
4	15 "	9.0	46	82	+26	40	0.382	4.66		"
5	16 "	10.0	46	86	+2	30	0.202	2.35	4.77	Wylinka III.
6	17 "	11.0	0	80	-7	30	0.319	3.99		Wzrost
7	18 "	12.0	46	—	—	—	—	—	4.77	"
8	19 "	13.0	46	143	+39	30	0.751	5.25		"
9	20 "	14.0	59	171	+20	—	—	—	—	"
10	21 "	14.9	56	190	+20	20	0.966	5.08		"
11	22 "	15.9	4	180	-5	30	0.404	2.24	4.72	Wylinka IV.
12	23 "	17.0	14	222	+23	20	1.153	5.19		Wzrost
13	24 "	17.1	62	284	+28	72	1.350	4.75	4.72	"
14	25 "	18.1	65	342	+20	50	1.522	4.45		"

Inne tabele (tab. II i III) odnoszą się do dwu osobników samczych i zawierają najpełniejsze serje oznaczeń, wykonywanych prawie codziennie. Tabela II obejmuje okres rozwoju, rozpoczynającego się najwcześniejszym stadjum, które ze względu na czułość przyrzędu mogło być badane kalorymetrycznie, t. j. od drugiej wylinki, i kończącego się ostatnią fazą wzrostową przed osnuwaniem się gąsienicy, tabela zaś III zawiera serje oznaczeń,

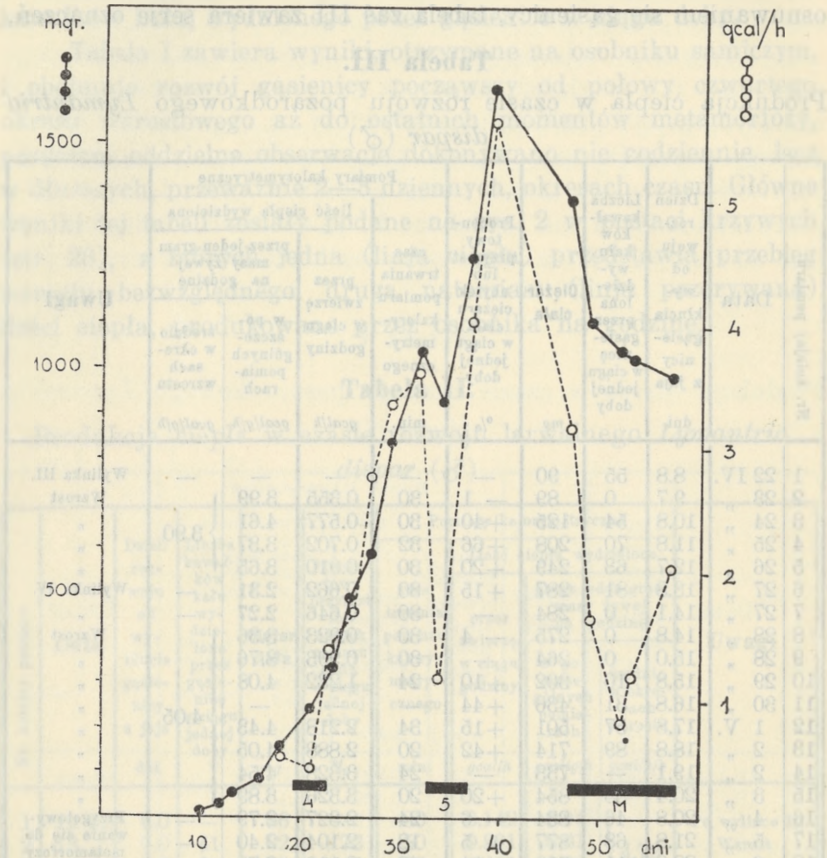
**Tabela III.**

Produkcja ciepła w czasie rozwoju pozarodkowego *Lymantria dispar* (♂)

Nr. kolejny pomiaru	Data	Dzień rozwoju od wyklucia gąsienicy z jaja dni	Liczba kawałków kału wydzielona przez gąsienicę w ciągu jednej doby	Ciężar ciała mg	Procentowy przyrost lub ubytek ciężaru ciała w ciągu jednej doby %	Pomiary kalorymetryczne			Uwagi	
						czas trwania pomiaru kalorymetrycznego min.	Ilość ciepła wydzielona			
							przez zwierzę w ciągu godziny gcal/h	przez jeden gram masy żywej na godzinę		
								w poszczegól- gólnych pomiarach gcal/g/h		średnio w okresach wzrostu gcal/g/h
1	22 IV.	8.8	55	90	—	—	—	—	Wylinka III.	
2	23 "	9.7	0	89	- 1	30	0.355	3.99	Wzrost	
3	24 "	10.8	54	125	+40	30	0.577	4.61	"	
4	25 "	11.8	70	208	+66	32	0.702	3.37	"	
5	26 "	12.7	63	249	+20	30	0.910	3.65	"	
6	27 "	13.8	81	287	+15	30	0.662	2.31	Wylinka IV.	
7	27 "	14.1	0	284	—	30	0.646	2.27	"	
8	28 "	14.8	0	275	- 4	30	0.923	3.36	Wzrost	
9	28 "	15.0	0	264	—	30	0.993	3.76	"	
10	29 "	15.8	10	302	+10	24	1.232	4.08	"	
11	30 "	16.8	31	436	+44	—	—	—	"	
12	1 V.	17.8	57	501	+15	34	2.218	4.43	"	
13	2 "	18.8	89	714	+42	20	2.888	4.05	"	
14	2 "	19.1	—	733	—	24	3.328	4.54	"	
15	3 "	20.4	88	854	+20	20	3.326	3.89	"	
16	4 "	20.8	46	834	- 6	24	2.327	2.79	Przygotowywanie się do metamorfozy	
17	5 "	21.8	68	877	+ 5	18	2.104	2.40	"	
18	6 "	22.8	11	759	-14	40	2.110	2.78	"	
19	7 "	23.8	0	716	- 6	30	1.277	1.78	Osnuwanie się	
20	8 "	24.8	0	707	- 2	30	1.627	2.30	"	
21	9 "	25.8	0	669	- 5	30	0.918	1.37	Poczwar-ka	
22	10 "	26.8	0	659	- 1	—	—	—	"	
23	12 "	28.8	0	639	- 1	32	0.382	0.60	"	
24	13 "	29.8	0	630	- 1	—	—	—	"	
25	14 "	30.8	0	621	- 1	30	0.579	0.93	"	
26	16 "	32.8	0	601	- 1	—	—	—	"	
27	17 "	33.8	0	587	- 2	30	0.719	1.22	"	
28	19 "	35.9	0	559	- 2	—	—	—	"	
29	20 "	36.9	0	—	—	30	1.196	(2.14)	"	

obejmujących odcinek czasu od zrzucenia przez gąsienice trzeciej skórki aż do końca metamorfozy, łącznie z okresem osnuwania się pajęczyną i przygotowywaniem się do zapoczwarczenia.

Analiza danych liczbowych oraz rys. 2 dają możliwość dostatecznego zorientowania się w głównych wytycznych metabo-



Rys. 2.

lizmu energetycznego w okresach nie tylko wzrostu larwalnego, lecz i depresyj liniowych tudzież fazy osnuwania się gąsienic i ich metamorfozy.

Analiza ta stawia ponad wszelką wątpliwość fakt istnienia perjodyczności w natężeniu przemian energetycznych oraz synchronizmu tych zja-

wisk z procesami wzrostu. Fakt ten ilustruje przede wszystkim rys. 2, obejmujący końcowy odcinek rozwoju, mianowicie — piąty i szósty okres wzrostu, czwartą i piątą wylinkę oraz okres osnuwania się gąsienicy i okres metamorfozy.

Z przebiegu krzywej wzrostu bezwzględnego i krzywej natężenia wydzielania ciepła wynika, że w okresach wzrostu produkcja ciepła rośnie równolegle do masy ciała gąsienic, tak, że obie krzywe, wykreślone w odpowiedniej skali osi rzędnych, nakładają się na siebie prawie całkowicie. Natomiast w okresach czy zahamowania wzrostu, czy też utraty masy ciała zachodzą wybitne odchylenia obu krzywych od siebie w kierunku zniżki przemian energetycznych.

Powyższe zachowanie się metabolizmu energetycznego ilustrują dokładniej pod względem ilościowym ostatnie dwie kolumny tabel, zawierające przeliczenia ilości wydzielanego ciepła na jeden gram masy żywej zwierzęcia i na godzinę.

Jeżeli weźmiemy pod uwagę tylko okresy wzrostu, to dochodzimy do wniosku, że odżywiające się i rosnące gąsienice wydzielają w jednostce czasu i na jednostkę masy żywej zbliżone do siebie ilości ciepła. Jeżeli pominiemy odchylenia, występujące w obrębie pomiarów w poszczególnych okresach wzrostu i mające swe źródło w zmiennej, nie dającej się ustalić eksperymentalnie ruchliwości gąsienic i w niejednakowych warunkach ich odżywiania, to przeciętną wartość produkcji ciepłej w temperaturze 25° możemy ustalić w przybliżeniu na 4 *gcal/g/h*.

Jest przytem faktem godnym uwagi, że względne natężenie przemian energetycznych w okresach wzrostu nie zależy od wieku gąsienicy. Jednostka masy żywej gąsienic młodych, znajdujących się w pierwszych okresach wzrostu, wydziela prawie takie same ilości ciepła co w okresach końcowych, poprzedzających metamorfozę. Tak np. gąsienica samicza (tab. I) z trzeciego okresu wzrostu, ważąca przeciętnie 127 *mg*, wykazywała natężenie przemian energetycznych prawie identyczne (3,60 *gcal/g/h*), jak w okresie szóstym (3,52 *gcal/g/h*), w którym przeciętny ciężar jej ciała wynosił 1385 *mg*, czyli więcej niż dziesięciokrotnie. To samo można powiedzieć i o gąsienicach samczych, w których w pierwszej serji pomiarów (tab. II) natężenie produkcji ciepłej gąsienic o ciężarze ciała 61 i 282 *mg* wynosiło odpowiednio 4,72 i 4,72 *gcal/g/h*, w se-

ri zaś następnej (tab. III), osobniki ważące 168 i 600 mg wydzielają 3,90 i 4,05 gcal/g/h. Rosnące gąsienice młode, znajdujące się w pierwszych okresach rozwoju pozarodkowego, produkują zatem w obliczeniu na gram wagi żywej te same ilości ciepła, co gąsienice, znajdujące się u kresu przyswajania pokarmów.

Jest rzeczą nie mniej ciekawą, że względne natężenie przemian energetycznych w okresach wzrostu u samców jest takie same, jak u samic, pomimo wybitnej różnicy w ciężarze ciała, związanej z dymorfizmem płciowym *Lymantria dispar*. Fakt ten wpływa z porównania tabel II i III, które wykazują średnią produkcję ciepłą rosnącej gąsienicy samiczej, równą 3,74, gąsienicy zaś samczej 3,97 gcal/g/h.

Na szczególną jednak uwagę w rozwoju larwalnym zasługują okresy linienia, którym w tabelach naszych odpowiadają momenty wstrzymania wzrostu i wydalania kału. Jak wynika ze wszystkich naszych pomiarów, w okresach linienia natężenie przemian energetycznych ulega bardzo wybitnemu obniżeniu w porównaniu z okresami wzrostu. Tak np. u jednej gąsienicy (tab. I) w momentach czwartej i piątej wylinki stwierdzamy obniżenie produkcji ciepłej z 3,60 do 1,68 i z 4,11 do 1,37 gcal/g/h, czyli redukcję do 47 i 33% natężenia w poprzedzających okresach wzrostu, u innej zaś (tab. II) — w trzeciej i czwartej wylince spadek z 4,72 na 2,35 i z 4,77 na 2,24 gcal/g/h, dochodzący zatem do 50 i 47%.

Wypada tutaj zaznaczyć, że liczb odnoszących się do produkcji ciepłej w czasie wylinek nie należy uważać za minimalne: w temperaturze bowiem 25° rozwój, a razem z nim — okresy linienia przebiegają tak szybko, że zapewne część tylko naszych pomiarów przypada na momenty najgłębszej depresji metabolicznej.

Pomimo to jednak trudno opędzić się wrażeniu, że w miarę rozwoju przemiana energii w okresach następujących po sobie wylinek ulega coraz głębiej sięgającej depresji. Zupełnie wyraźnie występuje to zjawisko u gąsienicy samiczej (tab. I), u której wydzielanie

ciepła w czwartej wylince osiąga wartość 47<sup>0</sup>%, gdy w wylince następnej dochodzi zaledwie do 33<sup>0</sup>% przemiany charakterystycznej dla poprzedzających okresów wzrostu.

Przekonywający w tym kierunku jest przebieg natężenia względnego przemiany energii w czasie ostatniej depresji metabolicznej, obejmującej okres przygotowywania się gąsienicy do metamorfozy, który kończy się zrzucaniem ostatniej skórki, oraz stadjum poczwarki. W tym, najdłużej trwającym okresie depresji, względna produkcja ciepła dochodzi do wartości najniższej, nie notowanej w żadnym z okresów właściwej wylinki: u badanych przez nas dwu osobników redukcja ta osiągnęła wartość 24<sup>0</sup>% (z 3,52 na 0,85 *gcal/g/h*, por. tab. I) a nawet tylko 15<sup>0</sup>% (z 4,05 na 0,60 *gcal/g/h*, tab. III) natężenia przemian energetycznych w ostatnim okresie wzrostu larwalnego.

### Dyskusja.

Najbardziej zastanawiającym faktem, stwierdzonym w naszych poszukiwaniach, jest występowanie w rozwoju larwalnym okresów depresji metabolicznej, związanych z linieniem gąsienic.

O ile mi wiadomo, zjawisko to poraz pierwszy zauważyli *Luciani i Lo Monaco*<sup>1)</sup> w badaniach swych nad wzrostem jedwabników. Oznaczając dwutlenek węgla, autorowie ci stwierdzili wyraźną falistość w przebiegu krzywej produkcji tego gazu, której najniższe punkty odpowiadały momentom snu larwalnego. Falistość przebiegu tej krzywej była jednak znacznie zatarta z powodu prowadzenia doświadczeń nad masowemi kulturami gąsienic.

Nie ulega wątpliwości, że omawiane zjawisko depresji metabolicznej jest bardzo złożone. Składa się na niego szereg czynników, związanych z przejściem gąsienicy z okresu pobierania pokarmu i wzrostu w stan głodu, bezwładu i wstrzymania procesów wzrostowych. Zadaniem najbliższych badań będzie ustalenie ilościowego udziału wymienionych czynników w ryczałtowej niżce natężenia przemian energetycznych w okresie linienia gąsienic.

Nie mniej jednak wydaje się rzeczą prawdopodobną, że znaczna część tej niżki — podobnie jak w stadjum poczwarki —

<sup>1)</sup> *L. Luciani et Lo Monaco* D. 1895. Sur les phénomènes respiratoires des larves du ver-à-soie. Arch. ital. de Biol. 23. (424).

jest uwarunkowana procesami przeróbki materiałów, nagromadzonych w okresach wzrostu, oraz częściowej przebudowy narządów, ulegających autolizie. Wystarczy tu wzmiankować o procesie chemicznym, odbywającym się na wielką skalę w przygotowującej się do wylinki gąsienicy, jakim jest synteza chityny (por. Weinland<sup>2</sup>).

Gdybyśmy momenty snu larwalnego uważali jedynie za skrócone i mniej głęboko sięgające procesy, występujące w całej pełni dopiero w okresach właściwej metamorfozy, to należałoby w nich doszukiwać się zasadniczo tych samych, co w stadium poczwarki, lecz z mniejszym natężeniem występujących procesów termochemicznych.

Zagadnienie powyższe posiada ponadto znaczenie dla zrozumienia chemizmu okresów stagnacji, występujących normalnie w autokatalitycznym przebiegu wzrostu u zwierząt wyższych.

Dalsze badania, prowadzone nad rozwojem i wzrostem owadów, mają na celu przyczynić się do wyjaśnienia tej sprawy.

### Streszczenie wyników.

1. Wzrost larwalny *Limatrina dispar* posiada charakter procesu nieciągłego, składającego się z określonej liczby rytmicznie powtarzających się fal asymilacyjnych, przedzielonych okresami snu larwalnego.

2. W czasie rozwoju pozarodkowego produkcja ciepła ujawnia przebieg synchroniczny z procesami wzrostowymi, wykazując momenty największej depresji w okresach wylinki i przeobrażenia.

3. W okresach wzrostu ilość ciepła, wydzielona przez jednostkę masy żywej w jednostce czasu jest prawie stała, wynosi w temperaturze 25° około 4 gcal/g/h: nie jest ona zależna — ani od wieku, ani od płci gąsienicy.

4. W okresach wylinki względne natężenie przemian energetycznych ulega bardzo wybitnemu obniżeniu, dochodzącemu

---

<sup>2</sup>) Weinland E. 1906. Ueber die Stoffumsetzungen während der Metamorphose der Fleischfliege (*Calliphora vomitoria*). Zeitschr. f. Biologie. 47. (186).



zwłaszcza w czasie ostatnich wylinek do  $\frac{1}{3}$  natężenia, ujawnianego w okresach wzrostu.

5. Stosunkowo największej depresji, w porównaniu z okresami wzrostu, ulega produkcja w pierwszej połowie okresu metamorfozy.

6. Istnieją podstawy do przypuszczenia, że nie tylko przebieg przemian energetycznych, ale również charakter metabolizmu chemicznego w okresach snu larwalnego są zbliżone do zjawisk, które zachodzą w czasie metamorfozy.

*Zakład Fizjologii Instytutu im. Nenckiego T. N. W.*

### R É S U M E.

En mesurant au moyen du microcalorimètre différentiel de Wertenstein l'intensité de thermogenèse pendant la période de croissance larvaire et pendant la métamorphose de *Lymantria dispar* l'auteur a constaté, que le dégagement de chaleur au cours de développement postembryonnaire est synchrone avec les phénomènes de croissance: il présente des minima pendant les mues et pendant les métamorphoses. Pendant les périodes de croissance la quantité de chaleur dégagée par unité de masse de l'animal est presque constante. A température de 25° C, elle est d'environ 4 gcal/h/g: elle ne dépend ni de l'âge, ni du sexe de la chenille. Pendant les périodes des mues, l'intensité des échanges énergétiques est considérablement abaissée: elle peut tomber, en particulier au cours des dernières mues, jusqu'à un tiers de la valeur qu'elle présente pendant les périodes de croissance. L'abaissement le plus considérable se manifeste après la dernière mue — pendant la première moitié de la période de métamorphose.

Związane z tymi zmianami jest również i zmiana w kształcie ciała owada, która przebiega w sposób ciągły i nieprzerwanie, aż do chwili, gdy owad osiągnie swój pełny rozwój i przestanie się zmieniać.

Wskazano, że w czasie rozwoju owada, jego kształt zmienia się w sposób ciągły i nieprzerwanie, aż do chwili, gdy owad osiągnie swój pełny rozwój i przestanie się zmieniać. Wskazano również, że w czasie rozwoju owada, jego kształt zmienia się w sposób ciągły i nieprzerwanie, aż do chwili, gdy owad osiągnie swój pełny rozwój i przestanie się zmieniać.

RESUME

On a étudié le développement de l'ovide de *W. extensa* pendant la période de croissance active et pendant la métamorphose. On a constaté que le développement postembryonnaire est synchronisé avec les phénomènes de croissance. Pendant les périodes de croissance la quantité de matière végétale par unité de masse de l'animal est presque constante. A température de 25°C elle est d'environ 0,25 mg. Elle ne dépend ni de l'âge ni du sexe de la chenille. Pendant les périodes des mues l'intensité des échanges énergétiques est considérablement abaissée. Elle peut tomber, en particulier au cours des dernières mues, jusqu'à un tiers de la valeur qu'elle présente pendant les périodes de croissance. L'abaissement le plus considérable se manifeste après la dernière mue pendant la première moitié de la période de métamorphose. Cette période est marquée par une diminution de la température corporelle et une augmentation de la teneur en eau.

Prace Instytutu Zoologii Uniwersytetu Warszawskiego, t. 1, z. 1, 1933.

