

A C T A
BIOLOGIAE
EXPERIMENTALIS
VOL. XI, 1937
(pp. 229—272)

35
Innovum
Platycodon *Siemisko*
agonista
D. alter
18.11.37

K. BIALASZEWICZ

RECHERCHES SUR LE MÉTABOLISME CHIMIQUE
ET ÉNERGÉTIQUE AU COURS DU DÉVELOPPEMENT
DES INSECTES

V. SUR LA RESPIRATION DU VER À SOIE ET SUR
L'EFFET CALORIQUE DE LA CROISSANCE

[LABORATOIRE DE PHYSIOLOGIE DE L'INSTITUT NENCKI
ET LABORATOIRE DE PHYSIOLOGIE DES ANIMAUX
À L'UNIVERSITÉ DE VARSOVIE]

V A R S O V I E
REDACTION ET ADMINISTRATION:
INSTITUT NENCKI (SOC. SCI. VARS.)
8 RUE SNIADÉCKI

Acta Biologiae Experimentalis.

Czasopismo, ogłaszające rozprawy naukowe z zakresu fizjologii i chemii fizjologicznej roślin i zwierząt, morfologii doświadczalnej, zoopsychologii oraz dziedzin pokrewnych.

Tom X, 1936 (pod redakcją K. Białaszewicza) zawiera następujące rozprawy:

R. Truszkowski and S. Gubermanówna (Warszawa): Conditions of extraction of ox-kidney uricase. — M. Wierzychowski i H. Fiszal (Warszawa): Badania nad istotą swoisto-dynamicznego działania. Część IV. — T. Vieweger i M. Szulzingerówna (Warszawa): O rytmie dobowym w mnożeniu się wymoczków. — F. Goebel i Zb. Bartosiewicz (Warszawa): Praca gruczołów trawiennych a równowaga kwasowo-zasadowa. — R. Truszkowski and S. Gubermanówna (Warszawa): Isolation and nature of active products from uricase extracts. — E. J. Bięńka i Cz. Szczepański (Warszawa): Skład i właściwości śliny w zależności od charakteru i siły bodźca. — N. Balzam (Warszawa): Losy flory bakteryjnej podczas metamorfozy muchy mięsnej. — M. Szulzingerówna i H. Kałuska (Warszawa): Hodowle wymoczków na różnych podłożach naturalnych. — A. Sławiński (Poznań): Nowy sposób badania koloidów drogą przewodnictwa. — J. M. Müller (Lwów): W sprawie heteromorfizmu kryształów barwika krwi konia. — A. Sławiński (Poznań): Wewnętrzna budowa erytrocytów. — G. Szwejkowska (Warszawa): Wpływ temperatury na przebieg krzywej dysocjacji oksyhemoglobiny we krwi żółwia. — T. Baranowski (Wilno): Sacharozuria i sacharozemia. — F. Bonder (Warszawa): O zachowaniu się przestrzeni martwej dróg oddechowych w okresie początkowym pracy i w czasie wypoczynku. — J. Konorski i L. Lubińska (Warszawa): Próba analizy zjawiska narkozy magnezowej. Część III. — Br. Zawadzki (Warszawa): Über die gleichzeitige Wirkung zweier Elektrolyte auf die Viskosität von Eigelblösungen. — J. Konorski i L. Lubińska i S. Miller (Warszawa): Wytwarzanie się odruchów warunkowych w zahamowanej indukcyjnie korze mózgowej. — H. Rozenberg (Warszawa): Badania nad zjawiskami regulowania składu mineralnego cieczy ciała. Część III. — K. Białaszewicz (Warszawa): O odżywianiu się jedwabnika w ostatnim okresie wzrostu. — St. B. Bartosiewicz (Warszawa): Skrócenie metody mikro-Kjeldahla w aparacie Parnasa - Wagnera.

Cena pojedynczego tomu (około 20 arkuszy): w prenumeracie — 15 zł., oddzielnie — 20 zł. Współpracownicy czasopisma otrzymują 10% ustępstwa.

Zgłoszenie do prenumeraty przyjmuje:

Administracja Instytutu im. Nenckiego T. N. W.

(Warszawa, ul. Śniadeckich 8, tel. 826-31).

Skład główny:

„**Ekspedycja Kasy im. J. Mianowskiego**”.

(Warszawa, Nowy-Świat 72, Pałac Staszica).

[Zakład Fizjologii Instytutu im. Nenckiego T. N. W. i Zakład Fizjologii
Zwierząt Uniwersytetu J. P. w Warszawie].

K. Białaszewicz.

**Badania nad przemianą materii i energii w czasie rozwoju
owadów.**

V. O oddychaniu jedwabnika i o efekcie cieplnym wzrostu¹⁾.

*Recherches sur le métabolisme chimique et énergétique au cours
du développement des Insectes.*

*V. Sur la respiration du ver à soie et sur l'effet calorique de la
croissance.*

Toutes les expériences rapportées dans le présent travail ont été effectuées individuellement sur des chenilles à différentes périodes de la croissance et pendant la métamorphose. C'est cependant la cinquième période de la vie des chenilles qui constituait l'objet plus particulier de nos recherches. L'élevage des animaux se faisait à la température constante de 25°. Les mesures des échanges gazeux ont été effectuées à la même température. Dans les stades précoces on faisait les dosages de l'anhydride carbonique et de l'oxygène dans les microrespiromètres de Winterstein ('13) ou de Wahrburg ('26), dans la dernière période de la vie larvaire et pendant la métamorphose les mesures des échanges gazeux avaient lieu dans l'appareil respiratoire décrit dans le texte polonais (fig. 1).

Il s'agissait dans ces expériences, en dehors de la description de la marche des échanges gazeux au cours du développement post-embryonnaire, d'étudier l'influence de la nourriture sur l'intensité de la respiration et d'établir le rendement énergétique de la croissance larvaire.

¹⁾ Rzecz przedstawiona na posiedzeniu Oddziału Warszawskiego Polskiego Towarzystwa Fizjologicznego w dniu 16.XII.1937 r.

Les présentes recherches permettent d'établir que le métabolisme d'entretien, dont l'intensité est mesurée pendant la mue par la consommation d'oxygène par gramme de masse de l'animal et par heure, diminue avec l'âge des chenilles dans les quatre périodes consécutives du sommeil larvaire (tableau I). Après le sommeil larvaire et la mue on observe une décroissance progressive de la consommation d'oxygène chez les chenilles maintenues à l'inanition (fig. 2). La consommation de la nourriture (feuilles de mûrier) détermine un accroissement brusque d'absorption d'oxygène. Cet accroissement atteint généralement 90 p. c. du métabolisme de base (tableau II). Il disparaît complètement en 24 heures si l'on supprime la nourriture (fig. 3).

Au cours de l'alimentation normale l'intensité des oxydations ne subit que des oscillations insignifiantes (fig. 5). Cette stabilité relative de l'absorption d'oxygène résulte de la superposition des ondes d'oxydation déclanchées par chaque période de la consommation des feuilles. Ces périodes d'appétit, séparées par les intervalles durant lesquels les animaux cessent de manger, présentent une certaine rythmicité (fig. 4) et occupent en tout un tiers du temps consacré à l'alimentation. La mastication et le travail musculaire en rapport avec les mouvements liés à la prise de nourriture n'utilisent que 5 p. c. de l'accroissement total des oxydations.

La période d'alimentation est caractérisée par un accroissement du dégagement de l'anhydride carbonique plus intense que celui de la consommation d'oxygène (tableaux III, IV, V, et VI, figures 6 et 7). Il en résulte une augmentation progressive du quotient respiratoire qui passe de 0.752 (inanition après la mue) à 0.987. Ceci indique le rôle important des glucides alimentaires dans le métabolisme des chenilles en voie de croissance.

Nos expériences concernant les échanges gazeux des chenilles pendant la dernière étape de croissance ont permis d'établir de façon incontestable l'existence, à chaque instant, d'une proportionnalité directe entre le poids de l'animal et la consommation d'oxygène lorsque les conditions de l'alimentation sont maintenues constantes (tableau V et fig. 7). L'oxydation rela-

tive de croissance est une grandeur constante, indépendante du degré du développement atteint. À la température de 25° elle correspond à 1.030 cm³ O₂ par gramme de poids frais de l'animal et par heure (moyenne de 33 expériences, comp. les tableaux V et VI).

La constatation de cette régularité permet d'établir indirectement la consommation totale d'oxygène dans la période donnée de croissance d'après la courbe de croissance absolue. Les calculs effectués d'après ce principe indiquent que la quantité totale d'oxygène absorbé par différentes chenilles présente des oscillations importantes, qui ne dépendent pas seulement de la vitesse individuelle du développement, mais aussi, en premier lieu, de la grandeur des accroissements du poids de corps (tableau VII).

La valeur relative des oxydations apparentes de croissance présente, par contre, des différences individuelles moins marquées. Elle oscille de 101.3 à 141.3 cm³ (soit 524 à 721 gcal) par gramme d'accroissement du poids de la chenille (tableau VII). La concordance de ces chiffres qui indiquent l'effet calorique global de l'accroissement d'un gramme de la masse vivante pendant la dernière période de croissance avec la valeur moyenne du „travail relatif de développement” („relative Entwicklungsarbeit” de T a n g l '03) chez les embryons du ver à soie montre (cette dernière étant d'après F a r k a s '03 égale à 882 gcal) que la croissance larvaire de ces animaux a lieu avec à peu près le même rendement énergétique apparent que la croissance embryonnaire.

La valeur des oxydations réelles de croissance (ou de la production réelle thermique), lorsqu'on tient compte du métabolisme d'entretien de la chenille en voie de croissance, est plus petite et comporte 46 cm³ O₂ (416 gcal) par gramme d'accroissement de masse de l'animal.

L'utilisation d'énergie pour les processus assimilateurs n'a pas une valeur constante au cours de la croissance si l'on déduit du métabolisme apparent de la croissance la chaleur du métabolisme d'entretien et le travail de broyage des aliments. Cette utilisation est la plus efficace dans les stades initiaux de la croissance (fig. 8). Les réactions chimiques impliquées dans l'assimilation et dans le remaniement des constituants ali-

mentaires libèrent alors sous forme de la chaleur moins de 10 p. c. d'énergie contenue dans les aliments absorbés. Ce chiffre comprend de plus, l'effet énergétique impossible à évaluer de l'action dynamique spécifique des aliments (comp. le tableau VIII).

Nos déterminations systématiques de la consommation d'oxygène et du poids de corps chez les animaux ayant terminé leur période de croissance et plus tard, pendant la métamorphose (tableau III et fig. 6), ont montré une diminution importante de la consommation relative de l'oxygène au cours de la période qui suit la croissance. Au cinquième jour de la métamorphose, c'est à dire au moment du métabolisme minimum, l'activité oxydatrice de la masse vivante tombe à 5.7 p. c. de ce qu'elle présentait chez l'animal en croissance.

W ogólnym planie naszych badań nad fizjologią rozwoju jedwabników praca obecna stanowi część trzecią. Gdy pierwsze dwie dotyczyły zagadnień ogólnej przemiany materii i energii oraz procesów asymilacji i przebudowy składników organicznych ciała w czasie wzrostu i przygotowania się do metamorfozy, to przedmiotem niniejszych poszukiwań są zjawiska przemiany gazowej. Zadaniem jej, prócz opisu przebiegu produkcji dwutlenku węgla i zużycia tlenu w czasie rozwoju pozarodkowego, było zbadanie wpływu pokarmu na intensywność oddychania oraz ustalenie wydajności energetycznej wzrostu larwalnego.

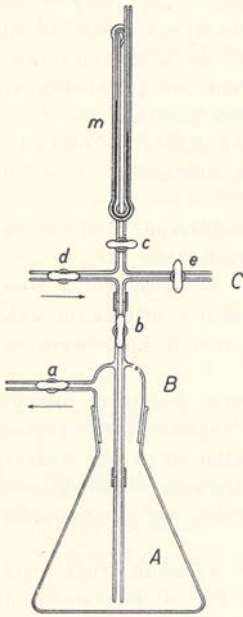
Poszukiwania nasze musiały mieć z natury rzeczy charakter analizy systematycznej procesów oddechowych, ponieważ istniejące w piśmiennictwie badania nad wymianą gazową u jedwabników (Regnault i Reiset '44, Verson i Quajat '76, Bert '85, Luciani i Lo Monaco '95, Farkas '03, Balzam '33) były w większości przypadków przedsiębrane bądź celem wyjaśnienia pewnych specjalnych zagadnień teoretycznych, bądź też spraw, związanych z praktyką hodowlaną; poza tym były one prowadzone w warunkach doświadczalnych, które nie są z sobą porównywalne.

Technika i metodyka doświadczeń.

Wszystkie doświadczenia oddechowe, podane w pracy niniejszej, zostały przeprowadzone na pojedynczych gąsienicach.

We wcześniejszych stadiach rozwoju, do czwartego okresu wzrostu włącznie, badano tylko zużycie tlenu. Do tego celu posługiwano się bądź aparatem oddechowym W a h r b u r g a ('26), bądź też mikrospirometrem W i n t e r s t e i n a ('13), używając zbiorników o różnej, zależnie od wielkości gąsienic, pojemności.

W ostatnim (piątym) okresie życia gąsienic (i w czasie metamorfozy) oznaczano zarówno zużycie tlenu, jak i produkcję dwutlenku węgla. Do tego celu posługiwano się specjalnym aparatem respiracyjnym.



Rys. 1. Przyrząd do badania wymiany gazowej: A — jeden z kompletu zbiorników powietrza o różnej pojemności (50—1500 cm³), ze szlifem normalnym; B — wstawka ze szlifem normalnym i dwiema rurkami, z której jedna służy do doprowadzania (b), druga — do odprowadzania powietrza w czasie przewietrzania aparatu; C — część manometryczna z manometrem rtęciowym (m), kranem wyłączającym (c), z rurką doprowadzającą świeże powietrze z kranem (d) i rurką (e), służącą do pobierania próbek gazu do analizy na początku i w końcu doświadczenia.

Fig. 1. Appareil pour l'étude des échanges gazeux: A — un récipient à air, faisant partie d'une série de différentes capacités (50 à 1500 cm³), à émeri normal; B — pièce intermédiaire à émeri normal et deux tubes, dont un sert d'arrivée (b) et l'autre (a) de sortie d'air pendant la ventilation de l'appareil; C — partie manométrique comprenant le manomètre à mercure (m), le robinet de séparation (c), le tube d'arrivée d'air frais, avec robinet (d) et tube latéral (e) pour prélever les échantillons des gaz pour analyse au commencement et à la fin de l'expérience.

Zasada pomiarów, które wykonywano z pomocą tego przyrządu, polegała na oznaczaniu w zbiorniku zamkniętym objętości normalnej powietrza oraz jego składu chemicznego w dwu momentach: na początku i w końcu każdego doświadczenia. Na podstawie tych danych obliczano następnie w zwykły sposób ubytek tlenu i przyrost dwutlenku węgla w normalnych jednostkach objętości.

W skład aparatu wchodziły (rys. 1) trzy zasadnicze części: 1°, zbiornik powietrza (A) o kształcie kolby erlenmeyerowskiej, w którym umieszczano obiekt badany; 2°, wstawka (B) ze szlifem, zamykającym zbiornik, i z dwiema rurkami kapilarnymi, zaopatrzonymi w krany (a i b): rurki te

służyły do przepuszczania czystego powietrza przez aparat; 3°, manometr rtęciowy (C), łączący się z górną rurką (b) wstawki, posiadający kran (c), który wyłączał jego działanie, i dwie rurki boczne z kranami (d i e), z których jedną (d) łączono z płuczkami, absorbującymi CO₂ i nasycającymi powietrze parą wodną, druga zaś służyła do pobierania ze zbiornika próbek gazu do analizy.

Po włożeniu obiektu badanego do zbiornika, połączeniu z sobą części składowych przyrządu, zanurzeniu w basenie wodnym o stałej temperaturze (25°) i sprawdzeniu na szczelność, przepuszczano przez pewien czas (15—30 min.) przez aparat silny strumień powietrza, pozbawionego CO₂, nasyconego parą wodną i ogrzanego do temperatury basenu. Po zamknięciu kranów a, c i d i otwarciu kranu e pobierano próbkę powietrza do analizy, po czym — po wyrównaniu się ciśnień w aparacie i w powietrzu otaczającym i po zamknięciu kranu e — odczytywano temperaturę wody w basenie (do 0.01°), stan manometru i ciśnienia barometrycznego (do 0.1 mm). W końcu doświadczenia wykonywano te same co na początku odczytania i po przemieszaniu powietrza w zbiorniku pobierano drugą próbkę do analizy gazowej. Próbki te przechowywano w pipetach zamykanych rtęcią, analizy zaś wykonywano bądź w aparacie, opisanym przeze mnie (Białaszewicz '33), bądź też — gdy chodziło o mniejszą dokładność — w eudiometrze Haldane'a.

W tym rodzaju postępowania momentem zasadniczym jest niedopuszczenie do nagromadzenia się w aparacie zbyt dużych ilości CO₂, który — jak wykazali Heller ('28) i Ballzam ('33) — powoduje u owadów (gąsienic i poczwerek) wzrost ponad normę procesów utleniania. Jako granicę nieprzekraczalną ustaliliśmy 3% CO₂ w momencie końcowym doświadczenia.

Mając do czynienia z obiektem, który w okresie badanym ujawnia 17-krotne różnice w natężeniu przemiany gazowej, spełnienie powyższego warunku można było uzyskać w dwojaki sposób: albo używając aparatu o stałej pojemności i odpowiednio zmieniając czas trwania doświadczenia, albo też — zachowując stały w przybliżeniu czas, posługiwać się szeregiem aparatów oddechowych o różnej pojemności.

Ze względu na jednakową dokładność pomiarów wybrano drugą ewentualność. Rozwiązano ją praktycznie, zaopatrując się w asortyment 10 zbiorników (A) o pojemności od 50 do 1500 cm³, posiadających ten sam co wstawka kaliber szlifu. Po wykonaniu serii pomiarów orientacyjnych można było każdorazowo dobrać zbiornik o takiej pojemności, przy której końcowa zawartość CO₂ w doświadczeniu definitywnym, trwającym określony przeciąg czasu, nie przekraczałyby wartości granicznej.

Specjalną komplikację w pewnej grupie doświadczeń stanowiło umieszczanie w aparacie pokarmu, t. j. świeżych liści. Liście morwy ujawniają bowiem procesy oddechowe, których natężenie względne jest zbliżone do natężenia wymiany gazowej u gąsienic. Należało więc, obliczając wyniki ostateczne, od znalezionej w każdym doświadczeniu globalnego zużycia tlenu i produkcji dwutlenku węgla odejmować odpowiednie war-

tości, przypadające na liście morwy, których ilość ponadto w miarę ich spożywania stopniowo w czasie doświadczenia malała.

Celem zmniejszenia wielkości tej poprawki ograniczono przede wszystkim ilość liści, wprowadzanych wraz z gąsienicą do aparatu. Wytyczną w tym kierunku była okoliczność, że rosnące w temp. 25⁰ gąsienice spożywają w ciągu doby ilość pokarmu, równą około 70% ciężaru ich ciała (Błażaszewicz '36). Poprawkę na wymianę gazową pokarmu obliczano w stosunku do średniej arytmetycznej jego ilości na początku i w końcu doświadczenia oddechowego.

Co się tyczy natężenia wymiany gazowej samych liści morwy, to ustalano je albo bezpośrednio — przeprowadzając po zakończeniu doświadczenia głównego uzupełniające doświadczenie nad oddychaniem liści niezjedzonych, lub też — w przypadku doświadczeń krótkotrwałych i po podaniu małej w stosunku do ciężaru gąsienicy ilości pokarmu — pośrednio, posługując się średnią wartością natężenia wymiany gazowej świeżych liści morwy, wyprowadzoną z szeregu specjalnie w tym celu wykonanych doświadczeń oddechowych: wartość ta wynosiła (w temp. 25⁰) 0.41 cm³ O₂ i 0.51 cm³ CO₂ na gram świeżych liści i na godzinę.

Celem uniknięcia tych poprawek w specjalnej serii doświadczeń, dotyczącej wymiany gazowej w czasie wzrostu, badano również oddychanie samych gąsienic, przenosząc je z hodowli do aparatu na krótki (1—2 godz.) przeciąg czasu (por. tabl. V, str. 252 i 253).

C z ę ś ć d o ś w i a d c z a l n a.

I. Zużycie tlenu w okresach wylinek.

Z poprzednich badań nad fizjologią owadów (Luciani i Lo Monaco '95, Błażaszewicz '33) wiadomo, że w okresach wylinek procesy wymiany oddechowej i produkcji ciepłej gąsienic ulegają bardzo wybitnej redukcji, przy czym przebieg tych procesów przypomina w znacznym stopniu zjawiska, zachodzące w czasie metamorfozy owadów (Balzam '33). Ponieważ najniższy poziom natężenia metabolizmu, który występuje w okresie snu larwalnego, stanowi ważną wartość porównawczą w badaniach nad odżywianiem się i wzrostem owadów, przeto pierwszym naszym zadaniem było oznaczenie tej wartości w kolejnych okresach snu larwalnego oraz stwierdzenie, czy i w jakim stopniu zmienia się ona w miarę rozwoju.

W tym celu przeprowadzono na gąsienicach, które znajdowały się w momencie, poprzedzającym zrzućenie skórki, sze-

reg oznaczeń zużycia tlenu. Doświadczenia oddechowe, w liczbie około 60-ciu, były prowadzone w stałej (24.9—25.1⁰) temperaturze i w atmosferze, nasyconej parą wodną.

Tabela I.

Zużycie tlenu przez gąsienice jedwabnika w okresach snu larwalnego. Doświadczenia były prowadzone w temp. 24.9—25.1⁰.

Consommation d'oxygène chez les chenilles du ver à soie pendant le sommeil larvaire. Les expériences ont été faites à la température de 24.9⁰ à 25.1⁰.

№ kolejny wynik	№ gąsienicy	Data	Ciężar gąsienicy	Czas trwania doświadczenia	Zużycie tlenu		
					Consommation d'oxygène		
					przez gąsienicę na godzinę	przez gram wagi żywej na godzinę par 1 g du poids d'animal et par heure	
№ d'ordre de la mue	№ de la chenille	Date	Poids d'animal	Durée de l'expérience	par la chenille en 1 heure	poszczególne indywidualne cm ³ /g/h	średnio moyenne cm ³ /g/h
				h	mm ³ /h	cm ³ /g/h	cm ³ /g/h
I	15	2.VI.34	12.9	30.8	10.0	0.774	1.388
	16	2.VI.34	7.1	30.8	12.4	1.752	
	18	2.VI.34	6.9	30.8	10.2	1.475	
	19	2.VI.34	7.4	30.8	11.4	1.538	
II	13	26.V. 34	26.8	9.1	34.9	1.301	1.056
	14	26.V. 34	29.3	9.1	37.9	1.195	
	21	6.VI.34	25.4	23.0	25.5	1.002	
	22	6.VI.34	32.2	13.1	28.2	0.877	
	25	6.VI.34	24.0	12.8	21.7	0.903	
III	10	26.VI.34	60.6	9.6	55.1	0.910	0.768
	11	26.VI.34	78.2	9.6	60.5	0.861	
	26	12.VI.34	159.5	5.0	110.4	0.694	
	28	14.VI.34	174.5	10.5	116.3	0.666	
	29	14.VI.34	125.4	10.5	86.0	0.686	
IV	35	26.VI.35	1228	20.1	938	0.813	0.626
	36	29.VI.35	1128	8.3	934	0.832	
	37	3.VII.35	1059	17.4	602	0.568	
	38	4.VII.35	960	15.5	393	0.408	
	39	5.VII.35	865	7.8	418	0.491	

W tab. I, zawierającej tylko część pomiarów, zużycie tlenu wyrażono w cm³ na gram masy żywej gąsienicy i na godzinę oraz wprowadzono dla poszczególnych wyników średnie wartości zapotrzebowania tlenu.

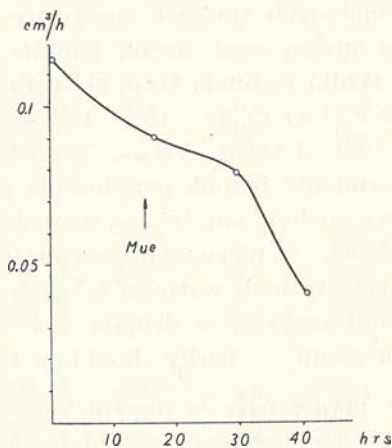
Jak wynika z ostatniej kolumny tabeli, względne zużycie tlenu jest największe u gąsienic, które przechodzą pierwszy po wykluciu się z jaja okres snu; zmniejsza się ono stopniowo, osiągając wartość najniższą w ostatnim, t. j. czwartym okresie snu larwalnego. Jeżeli pobieranie tlenu wyrazimy w procentach zużycie tego gazu w okresie pierwszej wylinki, to w czasie drugiej wylinki będzie ono wynosiło 76%, trzeciej — 55%, w ostatniej zaś już tylko 45%, czyli mniej niż połowę przemiany, jaką gąsienice ujawniały w okresie pierwszego snu larwalnego.

Nasuwa się przypuszczenie, że przyczyną tych różnic jest niejednakowa w badanych stadiach zawartość w ciele gąsienic wody i substancji suchej wzgl. azotu. Istotnie, gąsienice, przechodzące kolejne stadia wylinek, stają się coraz uboższe w substancję suchą (Kellner '84: 15.9—12.2%), jak i w azot (Kellner '84: 1.92—1.45%; Akao '32: 1.63—1.37%). Wyniku naszego nie zmienia jednak przeliczenie zużycia tlenu ani na jednostkę masy suchej, ani też — na jednostkę azotu, zawartego w gąsienicach: w pierwszym bowiem przypadku otrzymamy dla kolejnych wylinek wartości 8.7, 7.4, 5.8 i 5.1 cm³ O₂ (na gram substancji suchej), w drugim zaś — 85, 74, 59 i 45 cm³ O₂ (na gram azotu — liczby Kellnera).

Niezawodnie mamy więc w danym przypadku do czynienia z faktem stopniowego, w miarę następujących po sobie okresów wzrostu, obniżania się przemiany podstawowej gąsienic. Trudno w tej chwili przesądzać, czy zjawisko to jest wynikiem gromadzenia się w ciele rosnącego zwierzęcia substancyj oddechowo nieczynnych (chityna, jedwab itp.), czy też skutkiem obniżania się wraz z wiekiem aktywności oksydacyjnej elementów komórkowych. Przypomina ono w znacznym stopniu stwierdzone przez Harrisa i Benedicta ('19) zachowanie się, w zależności od wieku, względnego natężenia przemian energetycznych w organizmie ludzkim.

II. Wpływ pobierania pokarmu na oddychanie.

Jak już wspomniano, badania poprzednie (Luciani i Lo Monaco '94, Białaszewicz '33, Balzani '33) ujawniły znaczną różnicę w natężeniu procesów oddechowych między gąsienicami, przechodzącymi okres wylinki, a gąsienicami żerującymi i rosnącymi. Jako jedno z pierwszych zjawilo się więc pytanie, czy przyrost wymiany gazowej po zrzuceniu przez gąsienicę skórki jest zjawiskiem samorzutnym, występującym po zakończeniu zachodzących w czasie snu larwalnego procesów przebudowy morfologicznej, czy też — obserwowany przyrost jest wyłącznie związany z pobieraniem przez zwierzę pokarmu.



Rys. 2. Zużycie tlenu (w cm^3 na godz.) przez gąsienicę, znajdującą się w trzecim okresie snu larwalnego, w momencie wylinki i w stanie głodu po zrzuceniu skórki. Ciężar ciała gąsienicy na początku doświadczenia 0.1773 g, w końcu (na dzień przed śmiercią głodową) — 0.1744 g. — Aparat manometryczny W a h r b u r g a, temper. 25° .

Fig. 2. Consommation d'oxygène (en cm^3 par heure) de la chenille pendant la troisième période du sommeil larvaire, au moment de la mue et pendant l'inanition après la mue. Poids de la chenille au début de l'expérience 0.1773 g, vers la fin — à la veille de la mort par inanition — 0.1744 g. — Appareil manométrique de W a h r b u r g, température 25° .

Odpowiedź na to pytanie mogły dać przede wszystkim doświadczenia, w których mierzono zużycie tlenu w samym okresie snu larwalnego i jeszcze przez pewien czas po zrzuceniu przez gąsienicę skórki.

Doświadczenia tego rodzaju, z których jedno przedstawiono na rys. 2, stwierdzają zgodnie, że zakończenie snu larwalnego, któremu towarzyszy zrzućenie skórkę, nie jest czynnikiem, wpływającym na zwiększenie zapotrzebowania tlenu i że — następnie — w czasie po odbytych linieniu zwierzęta, pozbawione pokarmu, ujawniają typowe dla gąsienic owadów (Szwajczer 1916) zachowanie się procesów oddechowych, których natężenie w miarę trwania głodu i pomimo wzmoczonej — w porównaniu ze stanem snu larwalnego — ruchliwości zwierząt stale zmniejsza się, dochodząc — jak w rozpatrywanym przykładzie — w przeddzień śmierci głodowej do połowy wartości, stwierdzonej w momencie wylinki.

Przyrost przemiany materii, który obserwujemy u gąsienic po zakończeniu snu larwalnego, nie jest takim zjawiskiem samorzutnie występującym, lecz jest jak najściślej związany z odżywianiem się.

Po stwierdzeniu powyższego nasuwa się szereg kwestyj, które wymagają bliższego wyjaśnienia. Przede wszystkim zjawia się pytanie, jaki jest przebieg w czasie procesów oddechowych po podaniu pokarmu, następnie — jaki przyrost maksymalny procesów respiracyjnych wyzwała spożycie pokarmu i wreszcie — jaka zachodzi zależność między zużyciem tlenu a rytmiką żerowania.

Doświadczenia, mające na celu zbadanie przebiegu krzywej pobierania tlenu w pierwszych chwilach po podaniu pokarmu były prowadzone w mikrospirometrze Warburga w stałej temperaturze (25°). Składały się one z dwu części: w pierwszej — mierzono zapotrzebowanie tlenu u gąsienicy, która świeżo zrzuciła skórkę, w drugiej zaś — po wprowadzeniu do zbiornika aparatu, w którym znajdowała się gąsienica, małych ilości liści, i po ustaleniu się warunków termobarometrycznych wykonywano nową serię pomiarów. W obu przypadkach jednocześnie z odczytywaniem poziomu cieczy zamykającej w aparacie doświadczalnym, notowano stan manometru w aparacie kontrolnym. W przerwach 3—5 minutowych między odczytywaniem manometrów w obu przyrządach obserwowano

i notowano zachowanie się gąsienicy — jej ruchy ciała i stosunek do pokarmu.

Już pierwsze obserwacje wykazały, że spożycie pokarmu wywiera bardzo wybitny i prawie natychmiastowy wpływ na ilość zużywanego przez gąsienicę tlenu. Krzywa absorpcji tlenu posiada kształt bardzo charakterystyczny: w jej przebiegu możemy wyróżnić przede wszystkim okres początkowy działania pokarmu, w którym pobieranie tlenu gwałtownie wzrasta, następnie — okres główny, który charakteryzuje się tym, że zużycie tlenu oscyluje wokół pewnej wartości przeciętnej i w końcu — okres następny, występujący po przerwaniu karmienia i odznaczający się tym, że wzmożone pod wpływem pobierania pokarmu zużycie tlenu wraca po pewnym czasie do wartości wyjściowej.

Z istoty stosowanej przez nas techniki pomiarów oddechowych, wymagającej upływu pewnego czasu do ustalenia się w aparacie temperatury, ciśnienia i wilgotności, wynika, że okres początkowy działania pokarmu nie mógł być dokładnie zbadany. Z licznych jednak doświadczeń możemy wnioskować, że czas, w ciągu którego po podaniu pokarmu ustala się natężenie procesów oddechowych nie trwa dłużej jak pół godziny, pomiary bowiem, wykonywane po upływie tego czasu, wykazują już tylko zwykłe wahania zużycia tlenu, charakterystyczne dla okresu głównego.

Co się tyczy wielkości przyrostu zużycia tlenu po spożyciu pokarmu, to podany sposób prowadzenia doświadczeń nie mógł dać dokładnych wyników z powodu konieczności wprowadzenia poprawek na oddychanie liści. Dlatego odnośne doświadczenia oddechowe, które wykonywano w mikrospirometrze Wintersteina, zmodyfikowano w ten sposób, że gąsienice po przeprowadzeniu pierwszej części doświadczenia, wyjmowano z przyrządu, podawano im na przeciąg od 40 do 60 minut pokarm, poczym ważono — ustalając w ten sposób ilość zjedzonego pokarmu — przenoszono bez liści z powrotem do aparatu i ponownie mierzono zużycie tlenu.

Tab. II zawiera wyniki siedmiu tego rodzaju pełnych doświadczeń i wykazuje, że u różnych osobników, znajdujących się w jednakowym wieku (III wylinka), przyrost zużycia tlenu pod wpływem pokarmu waha się w dosyć szerokich granicach od 46 do 150%, średnio wy-

Tabela II.

Wpływ pobierania pokarmu na zużycie tlenu. Gąsienice jedwabnika po III wylince. Temp. 25°.

Influence de l'alimentation sur la consommation d'oxygène. Chenilles du ver à soie après la III-ème mue. Température: 25°.

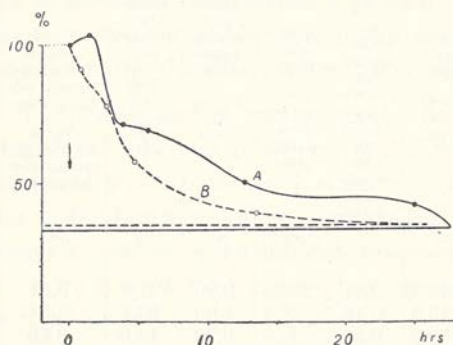
№ doświadczenia № de l'expérience	Data Date	Po wylince Après la mue			Czas karmienia gąsienicy Durée du repas	Ciężar spożytego pokarmu Poids d'aliments ingérées	Po pobraniu pokarmu Après l'alimentation		Przyrost zużycia tlenu Accroissement de la consommation d'oxygène
		Ciężar gąsienicy Poids de la chenille	Czas trwania doświadczenia oddechowego Durée de l'expérience respiratoire	Zużycie tlenu Consommation d'oxygène			Czas trwania doświadczenia oddechowego Durée de l'expérience respiratoire	Zużycie tlenu Consommation d'oxygène	
7	11.VI	145.9	0.61	123.6	0.70	21.9	0.61	180.5	46
8	11.VI	116.3	0.76	77.2	1.00	20.1	0.58	123.8	60
4	8.VI	139.2	0.50	90.8	0.76	13.0	0.66	157.6	73
9	12.VI	118.5	0.73	53.2	0.83	21.2	0.98	122.3	129
3	7.VI	119.5	0.65	77.7	0.83	17.1	0.40	136.0	143
5	9.VI	129.4	0.61	82.7	0.66	27.4	0.51	201.0	143
6	10.VI	122.9	0.85	62.3	0.68	33.2	0.60	155.5	150
Średnio:		127.4		81.1				153.8	

nosi 90% przemiany podstawowej. Doświadczenia te nie wykazują bliższej zależności między przyrostem utleniania a ilością pokarmu, która waha się od 17.1 do 33.2 mg świeżych liści morwy na osobnika, ważącego od 116.3 do 145.9 mg.

Jest rzeczą ciekawą, że wzmożenie procesów oddechowych pod wpływem pokarmu jest zjawiskiem przemijającym i dość krótkotrwałym. Jeżeli gąsienicę, która od dłuższego czasu zerowała, pozbawimy pokarmu i będziemy mierzyli w dalszym

ciągu pobieranie tlenu, to okaże się, że procesy oddechowe, zwiększone w czasie żerowania, zaczynają po pewnym czasie zmniejszać się, początkowo prędej, potem zaś powolniej, dochodząc stopniowo do wartości, jaką gąsienice posiadały przed podaniem pokarmu.

Rys. 3 przedstawia wyniki tego rodzaju doświadczeń, przeprowadzonych na dwu gąsienicach (A i B), które znajdowały się po trzeciej wylince. Na wykresie tym intensywność pobierania tlenu została wyrażona w odsetkach wartości, stwierdzonej w czasie żerowania; linie, równoległe do osi odciętych, oznaczają przemianę, mierzoną zaraz po zrzućeniu skórki i przed pobraniem pokarmu.



Rys. 3. Zużycie tlenu przez dwie gąsienice (A i B), znajdujące się w IV okresie wzrostu, po pozabawieniu ich pokarmu. — Zużycie tlenu wyrażono w % zużycia w chwili usunięcia pokarmu. Linie, równoległe do osi czasu, oznaczają zużycie tlenu po III wylince. Gąsienica A po wylince ważyła 0.221 g i absorbowała 0.098 cm³ O₂/h, po 16 godz. żerowania ważyła 0.270 g i pobierała 0.301 cm³ O₂/h. — Gąsienica B po wylince ważyła 0.1655 g i zużywała 0.117 cm³ O₂, po 11 godz. odżywiania się ważyła 0.317 g i pobierała 0.343 cm³/h.

Fig. 3. Consommation d'oxygène chez deux chenilles (A et B) pendant la IV-me période de croissance; les animaux ont été privés de nourriture. La consommation d'O₂ est exprimée en p. c. de la valeur qu'elle présentait au moment de la suppression de l'alimentation. Les lignes parallèles à l'axe des temps indiquent l'intensité des oxydations pendant la III-me mue. La chenille A pesait 0.221 g après la mue; elle absorbait 0.098 cm³ d'O₂/h; au bout de 16 heures d'alimentation elle pesait 0.270 g et absorbait 0.301 cm³ O₂ par heure. La chenille B pesait après la mue 0.1655 g et absorbait 0.117 cm³ O₂; au bout 11 heures d'alimentation elle pesait 0.317 g et absorbait 0.343 cm³ O₂/h.

Z przebiegu tych dwu krzywych można wywnioskować, że pobudzający procesy utleniania wpływ spożycia pokarmu trwa dosyć krótko: już bowiem po upływie 1—2 godzin od chwili usunięcia pokarmu daje się stwierdzić wyraźne zmniejszenie się spożycia tlenu. Po upływie 8—12 godzin głodu znajdujemy już tylko około

50% przemiany początkowej. Jak wynika z porównania punktu przecięcia obu krzywych z liniami poziomymi przemiany podstawowej, „dług tlenowy”, zaciągnięty w czasie żerowania, ulega w ciągu 24 godzin całkowitej likwidacji.

Streszczając, możemy wpływ spożycia pokarmu na oddychanie gąsienic wyobrazić sobie w postaci krzywej, strońmo początkowo wznoszącej się, jej odcinka równoległego do osi czasu oraz ramienia zstępującego, zbliżającego się powoli do poziomu wyjściowego i odpowiadającego procesom, które odbywają się w organizmie w stanie głodu.

Ten przemijający charakter pobudzającego działania pokarmu na przemianę materii powinien pozostawać w ścisłym związku z czasem trwania i częstotliwością okresów przyjmowania posiłków w warunkach naturalnych odżywiania się, czyli — z charakterem rytmiki żerowania. Przypuszczenie to wpływa z następujących przesłanek.

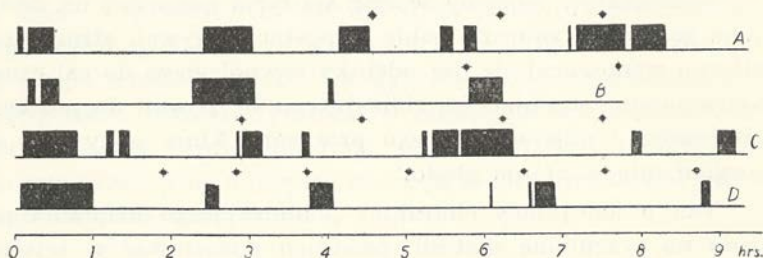
Mierząc w krótkich odstępach czasu zużycie tlenu u gąsienic żerujących, nigdy nie stwierdziliśmy tak wybitnych wahań, które mogłyby świadczyć o wpływie przerw na intensywność procesów oddechowych. Fakt ten możnaby tłumaczyć w ten sposób, że pozorna stałość oddychania w czasie samego odżywiania się jest wynikiem sumowania się fal oksydacyjnych o częstości, odpowiadającej rytmice pobierania posiłków.

Powyższy punkt widzenia zachęcił do przeprowadzenia obserwacji nad częstością i długością okresów pobierania pokarmu oraz nad zależnością oddychania od rytmiki żerowania.

Oдноśne obserwacje¹⁾ przeprowadzono na osobnikach, które bądź świeżo zrzuciły skórkę, bądź też od dłuższego czasu żerowały. Gąsienice znajdowały się w temperaturze zbliżonej do tej, w której prowadzono doświadczenia oddechowe (22—25°). W czasie obserwacji, które prowadzono kilka godzin bez przerwy, notowano czas rozpoczęcia i ukończenia okresów żerowania

¹⁾ Obserwacje te zawdzięczam p. Stanisławie Białaszewiczowej, której na tym miejscu składam wyrazy podziękowania.

oraz momenty zjawienia się kałomoczu. Na przytoczonym rys. 4, który obejmuje obserwacje, dotyczące czterech gąsienic po ukończonej czwartej wylince, płaszczyzny czarne oznaczają okresy żerowania, gwiazdki natomiast (umieszczone u góry) — momenty wydalania kałomoczu.



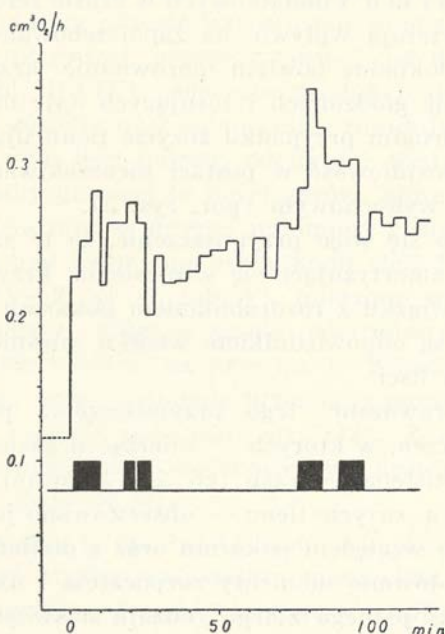
Rys. 4. Wyniki obserwacji nad długością okresów apetytowych (płaszczyzny czarne) u gąsienic w piątym okresie wzrostu, z których pierwsze trzy (A, B i C) były wzięte do obserwacji natychmiast po zrzuceniu czwartej skórki, czwarta zaś (D) od dłuższego czasu (14 godz.) żerowała normalnie. Gwiazdki oznaczają momenty wyrzucania kałomoczu. Temperatura otoczenia: 22—25°.

Fig. 4. Observations sur la durée des périodes d'appétit (plages noires) chez les chenilles à la cinquième période de croissance. Les animaux A, B et C ont été observés immédiatement après la IV mue, tandis que la chenille D s'alimentait de façon normale depuis 14 heures. Les astérisques indiquent les moments de défécation. Température ambiante 22 à 25°.

Obserwacje tego rodzaju, przeprowadzone na większej liczbie osobników, które znajdowały się w różnych okresach rozwoju, wykazały, że w temperaturze 22 — 25° odstępy czasu między okresami żerowania rzadko przekraczają dwie godziny, w większości zaś przypadków wynoszą od 0.5 do 1.0 godziny, czyli mniej, niż stwierdzony powyżej czas, w ciągu którego pobrany pokarm wywiera wpływ niezmienny na intensywność utleniania.

Wykres ten wykazuje ponadto, że rytmika odżywiania nie posiada cech całkowitej prawidłowości w tym znaczeniu, by okresy przyjmowania posiłku były sobie równe i występowały w równych odstępach czasu. Obok bowiem dłuższych okresów, w czasie których gąsienice żerują bez przerwy, występują okresy krótsze, będące jakgdyby rezultatem rozbicia większych okresów na drobne, nieprawidłowo rozrzucone odcinki, przyczym odstępy czasu między nimi wykazują również duże różnice. Ze znacznym natomiast stopniem uzasadnienia można mówić, w większym odcinku czasu i w niezmiennych warunkach obser-

wacji, o stałości czasu trwania sumy wszystkich okresów apetytowych.



Rys. 5. Pobieranie tlenu przez gąsienicę po III wylince, mierzone w krótkich odstępach czasu (co 3—4 min.) w mikrospirometrze W a h r b u r g a przed podaniem (linia przerywana) i po podaniu pokarmu (linia ciągła łamana). Ciężar gąsienicy na początku — 0.1655 g, po 5-ciu godzinach karmienia — 0.2092 g. — Temper. basenu 25⁰.

Fig. 6. Consommation d'oxygène d'une chenille après la III mue. Les mesures sont faites à des petits intervalles (toutes les 3—4 minutes), dans le microspiromètre de W a h r b u r g à jeun (courbe à trait discontinu) et après la présentation d'aliments (trait continu, ligne brisée). Poids de la chenille au début 0.1665 g, au bout de 5 heures d'alimentation — 0.2092 g. Température du bain 25⁰.

Czas ten, obliczony jako przeciętna z ośmiu obserwacji, które trwały ogółem 52 godziny, wyniósł 29%, czyli — w temperaturze 22—25⁰ gąsienice rosnące spędzają około $\frac{1}{3}$ czasu na żerowaniu.

Byłoby rzeczą ciekawą zbadanie wpływu temperatury na czas żerowania. Można przypuszczać, że w miarę wzrostu temperatury czas trwania sumy okresów apetytowych wzrasta kosztem okresów spoczynku, i odwrotnie — w temperaturach niższych krótkie okresy żerowania są przedzielone dłuższymi pauzami spoczynku.

W związku z rozmieszczeniem okresów apetytowych w czasie zjawilo się pytanie, czy jednak okresy te związane z pracą żucia pokarmu i dodatkowych w czasie żerowania ruchów ciała, nie wywierają wpływu na zapotrzebowanie przez organizm tlenu. Dokładne bowiem porównanie krzywych zużycia tlenu u gąsienic głodzonych i żerujących daje możność stwierdzenia, że w drugim przypadku zużycie tlenu ujawnia znacznie większą nieprawidłowość w postaci nieoczekiwanych oscylacji o charakterze wybuchowym (por. rys. 5).

Nasuwało się więc przypuszczenie, że te szybko narastające i powoli amortyzujące się wzniesienia krzywej utleniania pozostają w związku z rozdrabnianiem pokarmu i że przyrosty zużycia tlenu są odpowiednikiem wysiłku mięśniowego gąsienic w czasie żucia liści.

Celem sprawdzenia tego przypuszczenia przeprowadzono kilka doświadczeń, w których — mierząc u gąsienic żerujących w krótkich odstępach czasu (co 2—3 minuty) w aparacie W a h r b u r g a zużycie tlenu — obserwowano jednocześnie ich zachowanie się względem pokarmu oraz z dokładnością do jednej minuty notowano momenty rozpoczęcia i ukończenia żerowania. Wyniki jednego z tego rodzaju doświadczeń przedstawiono na wspomnianym już rys. 5, na którym okresy apetytowe oznaczono płaszczyznami czarnymi, zużycie zaś tlenu (w cm^3 na godzinę) przedstawiono w postaci krzywej schodkowej. Jak w doświadczeniu, będącym w mowie, tak również i w większości innych doświadczeń stwierdzono prawie zupełną jednoczesność wzniesień krzywej tlenu z okresami spożycia pokarmu.

Przypuszczenie, dotyczące zużywania tlenu na pracę żucia, pozostaje hipotezą. Gdybyśmy jednak stanęli na jej gruncie, odnosząc wspomniane przyrosty do pracy mechanicznego rozdrabniania pokarmu, to wielkość tego wysiłku fizycznego, wyrażoną w ilości zużytego na tę czynność tlenu, możnaby w przybliżeniu ustalić.

Opierając się w tych obliczeniach na wynikach rozpatrywanego doświadczenia, otrzymamy w sumie nadwyżkę tlenu, przypadającą na pięć okresów żerowania, równą około 0.034 cm^3 , co stanowi jednak 4.9% przyrostu w tym czasie utleniania, wyzwolonego przez pobranie pokarmu.

III. Oddychanie gąsienic w czasie wzrostu.

W zakresie badań nad wymianą gazową gąsienic, znajdujących się w piątym okresie wzrostu posiadamy dwie serie doświadczeń: w pierwszej, przeprowadzonej na dwu gąsienicach (№№ I i II, tabl. III i IV), oznaczano produkcję dwutlenku węgla i zużycie tlenu gąsienic oraz jednocześnie znajdujących się w aparacie oddechowym liści morwy, odejmując następnie od sumarycznej wymiany gazowej te ilości gazów, które przypadają na oddychanie pokarmu; w drugiej natomiast grupie, obejmującej doświadczenia nad siedmioma osobnikami (№№ I—1, I—2, I—3, I—4, VI—1, IX—2, XI—1, tab. V), mierzono wymianę gazową u samych zwierząt, które w stanie nakarmionym przenoszono do aparatu oddechowego na przeciąg 1—2 godzin, zakładając, że w ciągu tego czasu natężenie przemiany gazowej nie ulegnie zmianie (por. rozdział poprzedni, str. 242). Zarówno hodowle, jak i same doświadczenia oddechowe były prowadzone w stałej temperaturze (24.9—25.1°).

Doświadczenia te miały na celu: 1°, stwierdzenie zależności ilościowej między wzrastającą masą ciała a intensywnością wymiany gazowej (wzgl. przemiany energii); 2°, określenie efektu energetycznego procesów wzrostowych i 3°, ustalenie, na podstawie ilorazu oddechowego, charakteru odbywających się w czasie wzrostu procesów katabolicznych.

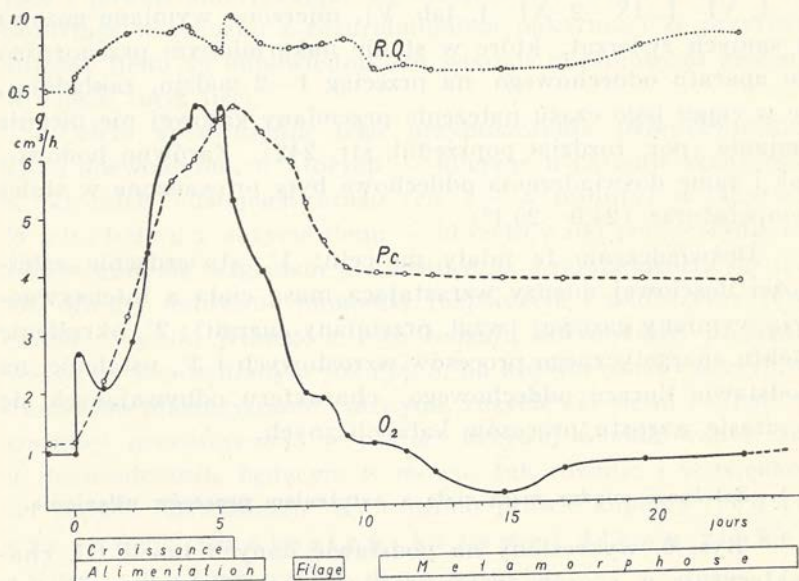
1. Zależność między masą ciała a natężeniem procesów utleniania.

Rys. 6, wykreślony na podstawie danych tabeli III, charakteryzuje w sposób ogólny zarówno przebieg procesów oddechowych, jak i zachowanie się ciężaru ciała gąsienicy w ostatnim okresie wzrostu.

Jak możemy stwierdzić, po krótkim okresie nieprawidłowości, zachodzących w ciągu pierwszego dnia odżywiania, krzywa zużycia tlenu (O_2) stale podnosi się i biegnie prawie równolegle do krzywej ciężaru ciała (P. c.). Z zestawienia tych faktów, należałoby wnioskować, że gąsienice jedwabnika, rosnące w stałych warunkach odżywiania i temperatury, ujawniają stałą —

w obliczeniu na jednostkę ciężaru ciała i na jednostkę czasu — intensywność procesów utleniania.

Słuszność tego wniosku wypływa przede wszystkim z obliczenia względnego zużycia tlenu, które umieszczono w tabelach III (kol. 9, dośw. №№ 2—10) i IV (kol. 9, dośw. №№ 2—7). Tak np. przeciętne względne zużycie tlenu u gąsienicy I (tab. III) wynosi 1.15 cm^3 na gram ciężaru ciała i na godzinę, przyczym należy stwierdzić, że większość wyników w obu seriach jest zbliżona do wartości przeciętnych.



Rys. 6. Ciężar ciała (linia P.c. — przerywana), zużycie tlenu (linia O_2 — ciągła) i iloraz oddechowy (linia RQ — kropkowana) gąsienicy Nr. 1-36 w czasie 24 dni rozwoju w temp. 25° , od IV wyniki do wyklucia się motyla. Według danych tab. III.

Fig. 6. Poids du corps (P.c. — en tirets), consommation d'oxygène (O_2 — en trait continu) et le quotient respiratoire (RQ — en pointillé) de la chenille Nr. 1-36 durant 24 jours du développement à la température de 25° , depuis la IV mue jusqu'à l'éclosion de l'imago. D'après les données du tabl. III.

Celem sprecyzowania tej zależności i dokładnego ustalenia przeciętnej wartości względnego utleniania w czasie wzrostu, wykonano dodatkowo wspomnianą powyżej drugą serię doświadczeń oddechowych. Wyniki tych doświadczeń, wyrażone w $\text{cm}^3 \text{ CO}_2$ i O_2 , przeliczono na gram ciężaru ciała i na godzinę (tab. V)

Tabela III.

Doświadczenia nad oddychaniem gąsienicy № I. Temp. 25°. Początek 26.VI.1936.
Respiration de la chenille № 1. Température 25°. Commencement le 26.VI.1936.

1	2	3	4	Zużycie tlenu <i>Consommation d'oxygène</i>					9	10	11
				przez zwierzę i przez liście <i>par l'animal et par les feuilles</i>		przez liście na godzinę <i>par les feuilles par heure</i>	przez zwierzę na godzinę <i>par l'animal par heure</i>	przez gram wagi żywej na godzinę <i>par gram- me de poids d'ani- mal et par heure</i>			
				w cza- sie do- świad- czenia <i>pen- dant l'expé- rience</i>	na godzinę <i>par heure</i>						
№ doświadczenia № de l'expérience	Średni czas od po- czątku odży- wiania <i>Temps moyen depuis le début de l'al- imenta- tion</i>	Średni ciężar zwie- rzęcia brutto w czasie do- świad- czenia <i>Le poids moyen brut de l'ani- mal pend- ant l'expé- rience</i>	Czas trwania do- świad- czenia odde- chow- go <i>Durée de l'expé- rience respira- toire</i>	cm ³	cm ³ /h	cm ³ /h	cm ³ /h	cm ³ /g/h	RQ	U w a g i <i>Remarques</i>	
1	0	1.228	19.42	18.22	0.938	—	0.938	0.764	0.49		IV sen larwalny <i>IV sommeil larvaire</i>
2	0.10	1.312	5.18	15.84	3.057	0.373	2.683	2.044	0.58		
3	1.01	2.196	5.41	12.41	2.293	0.258	2.038	0.927	0.75		
4	1.88	3.288	3.93	11.90	3.098	0.239	2.859	0.869	0.88		
5	2.47	4.420	7.77	39.03	5.023	0.572	4.451	1.007	0.89		
6	3.37	5.609	4.12	29.57	7.177	0.809	6.368	1.135	0.88		
7	4.03	5.813	2.70	20.29	7.514	0.878	6.636	1.142	0.91		Żerowanie
8	4.28	5.949	2.81	20.92	7.444	0.539	6.905	1.160	0.88		Alimentation
9	4.90	6.538	3.92	31.30	7.984	1.372	6.612	1.011	0.76		
10	5.14	6.611	5.16	40.30	7.810	0.996	6.905	1.044	0.72		
11	5.39	6.834	4.67	27.48	5.885	0.610	5.275	0.772	0.99		
12	6.48	6.452	5.08	23.11	4.549	0.502	4.047	0.627	0.79		
13	7.49	5.874	12.50	30.47	2.434	—	2.434	0.414	0.76		
14	7.98	5.232	6.90	13.08	1.865	—	1.885	0.260	0.77		Snucie kokonu
15	8.56	4.590	13.00	24.23	1.864	—	1.864	0.406	0.78		Filage de cocon
16	9.31	4.183	24.67	29.97	1.215	—	1.215	0.290	0.80		
17	10.36	4.042	22.67	25.91	1.143	—	1.143	0.282	0.59		
18	11.36	3.980	23.00	20.84	0.906	—	0.906	0.227	0.61		
19	12.34	(3.940)	45.75	28.60	0.625	—	0.625	0.159	0.58		Metamorfoza
20	14.84	(3.900)	46.33	10.70	0.231	—	0.231	0.059	0.60		Metamorphose
21	16.84	(3.860)	49.50	28.21	0.570	—	0.570	0.147	0.60		
22	19.56	(3.845)	79.72	56.69	0.711	—	0.711	0.185	0.76		
23	23.16	3.828	91.42	68.38	0.748	—	0.748	0.195	0.82		
24	24.87	—	—	—	—	—	—	—	—		Wyklucie motyla <i>Ecllosion de l'imago</i>

i umieszczono — wraz z rezultatami dwu powyższych seryj — na rys. 7 w postaci punktów doświadczalnych. Przez punkty te — na podstawie przeciętnych wartości z każdego dnia wzrostu (por. tab. VI) — przeprowadzono linię interpolacyjną, która przed-

stawia względną wartość natężenia procesów utleniania, jako funkcję czasu trwania wzrostu.

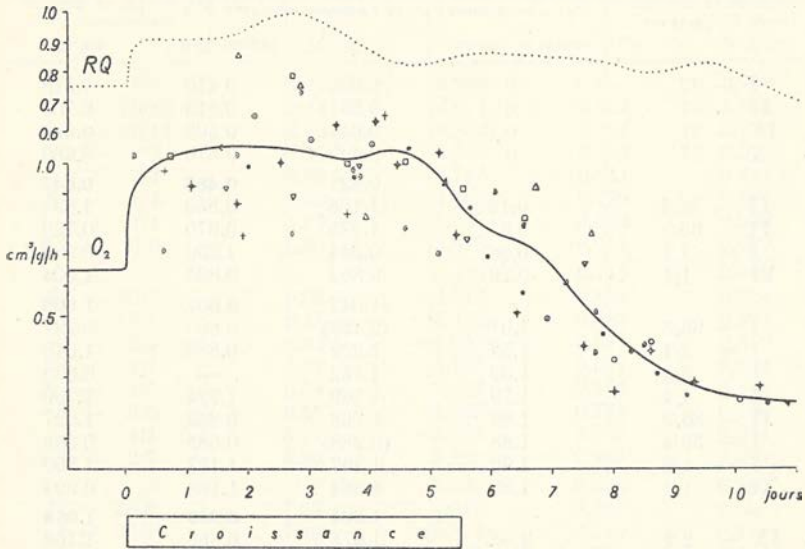
Tabela IV.

Doświadczenie nad oddychaniem gąsienicy № II. Temp. 25°. Początek 29.VI.1936.
Respiration de la chenille № II. Tempér. 25°. Commencement le 29.VI.1936.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
№ doświadczenia № de l'expérience	Średni czas od początku odżywiania <i>Temps moyen depuis le début de l'alimentation</i> dni — <i>jours</i>	Średni ciężar zwierzęcia brutto w czasie doświadczenia <i>Le poids moyen brut de l'animal pendant l'expérience</i> g	Czas trwania doświadczenia oddechowego <i>Durée de l'expérience respiratoire</i> h	Zużycie tlenu <i>Consommation d'oxygène</i>					RQ	U w a g i <i>Remarques</i>
				przez zwierzę i przez liście <i>par l'animal et par les feuilles</i>		przez liście na godzinę <i>par les feuilles par heure</i>	przez zwierzę na godzinę <i>par l'animal par heure</i>	przez gram wagi żywej na godzinę <i>par gramme de poids d'animal et par heure</i>		
				w czasie doświadczenia <i>pendant l'expérience</i>	na godzinę <i>par heure</i>					
				cm ³	cm ³ /h	cm ³ /h	cm ³ /h	cm ³ /g/h		
1	0	1.128	8.33	7.78	0.934	—	0.934	0.832	0.49	IV sen larwalny IV sommeil larvaire
2	0.12	1.166	6.00	9.92	1.653	0.447	1.206	1.034	0.83	
3	0.61	1.275	15.43	28.91	1.873	0.954	0.919	0.720	0.93	Żerowanie Alimentation
4	1.80	1.768	11.21	28.94	2.581	0.689	1.817	1.027	0.84	
5	2.78	2.335	11.75	40.41	3.473	0.549	2.924	1.252	0.94	
6	3.79	3.208	11.33	46.23	4.080	0.980	3.100	0.966	0.93	
7	6.06	4.512	5.00	19.99	3.998	0.855	3.143	0.918	0.93	
8	7.23	4.945	6.75	20.19	3.511	0.513	2.998	0.606	0.77	
9	7.72	4.660	15.00	27.48	1.831	—	1.831	0.392	0.79	
10	8.58	3.808	22.65	35.34	1.560	—	1.560	0.410	0.79	

Pomimo rozproszenia punktów doświadczalnych, uwarunkowanego zarówno różnicami indywidualnymi natężenia wymiany gazowej, jak i niejednakowym tempem rozwoju badanych osobników, nie może ulegać wątpliwości fakt, iż w czasie od ukończenia czwartej wylinki i rozpoczęcia odżywiania się aż do końca piątego dnia żerowania względne zużycie tlenu w czasie wzrostu pozosaje prawie bez zmiany: wynosi ono (tab. VI) w pięciu kolejnych dniach wzrostu przeciętnie 1.005, 1.054, 1.055, 1.008 i 1.029 cm³ O₂/g/h, czyli w całym okresie średnio — 1.030 cm³. Liczba ta jest zbliżona do średniej, wyprowadzonej z dwu pierwszych doświadczeń (tab. III i IV), która wynosi 1.07 cm³/g/h. Wyraźne zmniejszenie się względnej wartości utleniania zaznacza się do-

piero w ostatnich momentach wzrostu, gdy krzywa wzrostu bezwzględnie dobiega do punktu najwyższego. Ostatnie zaś chwile zerowania są zwykle połączone ze znacznymi stratami ciężaru ciała, którym towarzyszy, o czym będzie mowa poniżej, bardzo wybitna redukcja nie tylko bezwzględnego (rys. 6), ale również względnego (rys. 7) zapotrzebowania tlenu.



Rys. 7. Krzywa względnego zużycia tlenu (w cm^3 na gram ciężaru gąsienicy brutto i na godzinę), interpolowana na podstawie wyników z 71 doświadczeń oddechowych, przeprowadzonych na 9 gąsienicach (\odot) (linia ciągła) oraz krzywa przeciętnego ilorazu oddechowego (linia kropkowana), w czasie 11 dni rozwoju w temp. 25° , od IV wylinki do chwili zapoczwarczenia się. Według danych tab. V i VI.

Fig. 7. Consommation relative de l'oxygène (en cm^3 par gramme du poids brut de la chenille et par heure); la courbe résulte de l'interpolation des résultats de 71 expériences respiratoires effectuées sur 9 chenilles (\odot) (trait continu); la courbe du quotient respiratoire moyen (en pointillé) pendant 11 jours du développement à la température de 25° , depuis la IV mue jusqu'à la nymphose. D'après les données des tableaux V et VI.

Stwierdzamy więc istotnie, że między procesami wzrostowymi i oddechowymi zachodzi bardzo ścisła zależność, która wyraża się w tym, że w stałych warunkach zewnętrznych, niezależnie od stopnia zaawansowania wzrostu, jednostka masy żywej zwierzęcia zużywa w jednostkę czasu jednakowe ilości tlenu.

T a b e

Zestawienie wyników doświadczeń oddechowych, przeprowadzonych na gąsienicach jedwab
okresie życia larwalnego; w temp. 25°: podano obliczenia produkcji CO₂ i zuży
*Les résultats des expériences respiratoires, faites sur les chenilles de ver à soie (Nr I — 36,
la vie larvaire. Température 25°. Les valeurs calculées de la production d'anhydride carbo
moyennes de*

№№ gąsienicy i doświadczenia <i>№№ de la chenille et de l'expérience</i>	Od początku żerowania <i>Depuis le début de l'alimentation</i> dni — jours	Ciężar gąsie- nicy <i>Poids de l'animal</i> g	Produkcja CO ₂ <i>Pégagement de CO₂</i> cm ³ /g/h	Zużycie O ₂ <i>Consommation d'O₂</i> cm ³ /g h
I — 37	0	0.662	0.410	0.518
II — 37	0	0.557	0.513	0.708
IV — 37	0	0.644	0.503	0.694
X — 37	0	0.622	0.516	0.669
		0.621	0.486	0.647
II — 36/2	0.12	1.166	0.858	1.034
II — 36/3	0.61	1.275	0.670	0.720
I — 1/1	0.66	0.844	1.230	0.980
VI — 1/1	0.79	0.882	0.895	1.034
		1.042	0.907	1.005
I — 36/3	1.01	(2.196)	0.695	0.927
I — 2/1	1.55	1.222	0.889	1.048
I — 3/1	1.69	1.152	—	0.823
I — 4/1	1.79	1.169	1.324	1.360
II — 36/3	1.80	1.768	0.863	1.027
I — 36/4	1.88	(3.288)	0.665	0.869
I — 1/2	1.90	1.267	1.177	1.390
XI — 1/1	1.98	1.884	1.168	0.994
		1.364	0.969	1.054
IX — 2/2	2.05	1.675	0.868	1.168
I — 36/5	2.47	(4.426)	0.896	1.007
I — 2/2	2.56	1.641	0.799	0.675
I — 3/2	2.69	1.600	1.063	0.791
VI — 1/3	2.72	1.880	1.142	1.228
II — 36/5	2.78	2.335	1.176	1.252
I — 4/2	2.80	1.528	1.342	1.262
		1.775	1.041	1.055
IX — 2/3	3.00	2.280	0.998	1.082
I — 36/6	3.37	(5.609)	1.000	1.135
VI — 1/4	3.50	2.374	0.942	1.004
XI — 1/2	3.65	2.990	0.747	0.962
I — 2/3	3.68	2.558	0.855	0.977
II — 36/6	3.79	3.208	0.898	0.966
I — 3/3	3.80	2.327	0.877	0.999
IX — 2/4	3.96	2.918	1.065	1.072
		2.510	0.940	1.008
I — 36/7	4.03	(5.813)	1.031	1.142
I — 36/8	4.28	(5.943)	1.020	1.160
VI — 1/5	4.55	2.774	0.802	1.013
I — 2/4	4.56	3.344	0.622	0.799
XI — 1/3	4.60	3.751	0.872	1.049
I — 36/9	4.90	(6.538)	0.768	1.011
		3.297	0.853	1.029

I a V.

ników (Nr I — 36, II — 36, I — 1, I — 2, I — 3, I — 4, VI — 1, IX — 2, XI — 1) w piątym
cia O₂ na gram masy żywej i na godzinę oraz wartości średnie z każdego dnia.

II — 36, I — 1, I — 2, I — 3, I — 4, VI — 1, IX — 2, XI — 1) dans la cinquième période de
nique et de l'absorption d'oxygène par gramme de la masse de l'animal et leurs valeurs
chaque jour.

№№ gasienicy i doświadczenia №№ de la chenille et de l'expérience	Od początku żerowania Depuis le début de l'alimentation dni — jours	Ciężar gąsie- nicy Poids de l'animal g	Produkcja CO ₂ Dégagement de CO ₂ cm ³ /g/h	Zużycie O ₂ Consommation d'O ₂ cm ³ /g/h
IX — 2/5	5.14	3.269	—	0.708
I — 36/10	5.14	(6.611)	0.751	1.044
I — 36/11	5.39	(6.834)	0.764	0.772
VI — 1/6	5.51	3.257	0.758	0.922
I — 3/4	5.55	3.717	0.641	0.747
XI — 1/4	5.60	4.160	0.729	0.864
I — 4/4	5.68	3.587	0.682	0.936
IX — 2/6	5.90	3.690	0.711	0.699
		3.446	0.719	0.836
II — 36/7	6.06	4.512	0.854	0.918
I — 36/12	6.48	(6.452)	0.493	0.624
I — 2/5	6.52	(5.027)	0.651	0.819
VI — 1/7	6.54	3.128	0.584	0.822
XI — 1/5	6.54	3.508	0.575	0.585
I — 3/5	6.58	4.339	0.774	0.733
I — 4/5	6.67	3.878	0.707	0.924
IX — 2/7	6.90	3.220	0.425	0.499
		3.930	0.634	0.740
II — 36/8	7.23	4.945	0.467	0.606
I — 36/13	7.49	(5.874)	0.314	0.414
I — 3/6	7.52	4.423	0.678	0.668
I — 4/6	7.58	2.408	0.576	0.681
I — 2/3	7.68	4.424	0.433	0.524
II — 36/9	7.72	4.660	0.310	0.392
XI — 1/6	7.80	2.680	0.378	0.453
		4.094	0.452	0.534
XIII — 1/1	8.00	2.890	0.300	0.315
XI — 1/7	8.26	2.623	0.297	0.389
I — 36/15	8.56	(4.950)	0.317	0.406
II — 36/10	8.58	3.808	0.324	0.410
XIII — 1/2	8.62	2.550	0.338	0.419
XI — 1/8	8.73	2.567	0.251	0.319
		2.888	0.304	0.376
XI — 1/9	9.23	2.513	0.219	0.244
I — 36/16	9.31	(4.183)	0.232	0.290
		2.513	0.225	0.267
XIII — 1/4	10.03	2.390	0.174	0.227
I — 36/17	10.36	(4.042)	0.136	0.230
XI — 1/10	10.51	2.460	0.166	0.225
		2.425	0.158	0.227

T a b e l a VI.

Zestawienie danych tabeli V: średnie wartości dzienne RQ, produkcji CO₂ i zużycia O₂, te ostatnie — obliczone na gram ciężaru ciała i na godzinę.

Résumé des données du tableau V. Valeurs journalières moyennes du RQ, du dégagement de CO₂ et de l'absorption d'O₂. Ces dernières sont calculées par gramme du poids de corps et par heure.

Czas od początku żerowania <i>Temps depuis le début de l'alimentation</i> dni — jours	Liczba doświadczeń oddechowych <i>Nombre d'expériences respiratoires</i>	Średni ciężar ciała w ciągu dnia <i>Poids moyen au cours de la journée</i> g	Wartości średnie <i>Valeurs moyennes</i>		RQ
			produkcji CO ₂ <i>du dégagement de CO₂</i> cm ³ /g/h	zużycia O ₂ <i>de l'absorption d'O₂</i> cm ³ /g/h	
0	4	0.610	0.486	0.647	0.752
0 — 1	4	1.042	0.907	1.005	0.902
1 — 2	10	1.364	0.969	1.054	0.919
2 — 3	7	1.775	1.041	1.055	0.987
3 — 4	10	2.510	0.940	1.008	0.932
4 — 5	6	3.297	0.853	1.029	0.829
5 — 6	8	3.446	0.719	0.836	0.860
6 — 7	8	3.930	0.634	0.740	0.857
7 — 8	8	4.090	0.452	0.534	0.846
8 — 9	6	2.888	0.304	0.376	0.810
9 — 10	3	2.492	0.225	0.267	0.843
10 — 11	3	2.425	0.158	0.227	0.760
Metamorfoza <i>Métamorphose</i>					

Zjawisko to posiada prawdopodobnie w obrębie grupy owadów, ulegających przeobrażeniu, znaczenie natury ogólniejszej. Przemawiają za tym, między innymi, wyniki moich poprzednich poszukiwań (Białaszewicz '33) nad produkcją ciepłą u rosnących gąsienic brudnicy nieparki (*Lymantria dispar* L), u których stwierdziłem równoległość przebiegu krzywych wzrostu i termogenezy oraz stałość względnego natężenia przemian energetycznych, wynoszącego w temp. 25° około 4.5 gcal/g/h.

2. Efekt energetyczny wzrostu.

Ustalenie powyżej omawianej zależności — poza stwierdzeniem jej głębszego znaczenia fizjologicznego — pozwala nam, na podstawie przebiegu krzywej wzrostu bezwzględnego, która jest jednocześnie wyrazem geometrycznym natężenia wymiany gazowej, obliczyć zapotrzebowanie przez gąsienicę tlenu w danym odcinku lub w całym okresie wzrostu. Znajomość zaś całkowitej absorpcji tego gazu oraz wielkość przyrostów masy ciała daje możliwość wyznaczenia ważnej dla nas wartości efektu cieplnego procesów wzrostowych.

Podobne obliczenia zużycia tlenu w całym badanym okresie wzrostu, t. j. od początku żerowania po ukończonej czwartej wylnicy aż do chwili osiągnięcia największego ciężaru ciała, przeprowadzono na podstawie krzywych wzrostu bezwzględnego pięciu gąsienic (I, I—2, II, A—IV i A—I). Zwierzęta te różniły się od siebie znacznie zarówno początkową wagą ciała, jak i wielkością przyrostu ostatecznego oraz czasem trwania okresu wzrostowego. Odnośne liczby tabeli VII podają dzienne zużycia tlenu, obliczone ze średnich w danym dniu ciężarów ciała oraz z dobowej średniej wartości utleniania obliczonej w stosunku do grama aktualnego w czasie wzrostu ciężaru ciała, równej $24.72 \text{ cm}^3 \text{ O}_2/\text{g}/24 \text{ h}$.

Widzimy, że zapotrzebowanie tlenu w całym okresie wzrostu waha się u poszczególnych osobników w dosyć znacznych granicach: najniższa wartość wynosi 312.8 (gąs. № A-I), najwyższa zaś (gąs. № I) — $575.9 \text{ cm}^3 \text{ O}_2$. Ilości te są jednak zależne zarówno od czasu trwania wzrostu, jak i od wielkości przyrostów masy żywej, w tym mianowicie znaczeniu, że większym przyrostom odpowiadają większe ilości tlenu, przy zbliżonych zaś przyrostach zwierzęta powolniej rosnące zużywają więcej stosunkowo tlenu. Ta zależność powoduje mniejszą rozbieżność liczb, wyrażających zużycie tlenu w odniesieniu do grama przyrostu masy żywej zwierzęcia: waha się ono już tylko w granicach od 101.3 do $141.3 \text{ cm}^3 \text{ O}_2$.

Z obliczeń tych wynika, że w czasie powstawania na nowo jednego grama masy żywej

Tabela VII.

Obliczone na podstawie krzywych wzrostu bezwzględnego u pięciu gasienic: dzienny średni ciężar ciała, zużycie tlenu dzienne i w całym piątym okresie wzrostu oraz przeciętne zużycie tlenu na gram przyrostu ciężaru ciała.

Données calculées d'après les courbes de croissance absolue de cinq chenilles: le poids journalier moyen du corps, la consommation journalière d'O₂, la consommation d'O₂ pendant toute la cinquième période de croissance et la consommation d'O₂ par gramme d'accroissement du poids de l'animal.

№ gasienicy № de la chenille	I		I — 2		II		A — IV		A — I	
	Średni ciężar ciała w ciągu dnia Poids moyen du corps au cours de la journée	Zużycie O ₂ w ciągu dnia Consommation journalière d'oxygène	Średni ciężar ciała w ciągu dnia Poids moyen du corps au cours de la journée	Zużycie O ₂ w ciągu dnia Consommation journalière d'oxygène	Średni ciężar ciała w ciągu dnia Poids moyen du corps au cours de la journée	Zużycie O ₂ w ciągu dnia Consommation journalière d'oxygène	Średni ciężar ciała w ciągu dnia Poids moyen du corps au cours de la journée	Zużycie O ₂ w ciągu dnia Consommation journalière d'oxygène	Średni ciężar ciała w ciągu dnia Poids moyen du corps au cours de la journée	Zużycie O ₂ w ciągu dnia Consommation journalière d'oxygène
0 — 1	1.60	39.5	0.88	21.8	1.22	30.3	0.73	18.0	0.60	15.1
1 — 2	2.56	63.4	1.19	29.4	1.53	37.8	0.99	24.5	0.80	19.9
2 — 3	4.16	102.9	1.65	40.8	2.01	49.7	1.38	34.1	1.12	27.8
3 — 4	5.41	134.6	2.38	58.8	2.79	69.0	1.79	44.2	1.51	37.4
4 — 5	6.15	152.1	3.21	79.5	3.63	89.9	2.20	54.5	1.60	39.7
5 — 6	6.74	83.3	3.99	93.6	4.14	102.3	2.58	63.9	2.24	55.4
6 — 7	—	—	4.72	81.7	4.65	155.1	2.98	73.7	2.54	62.8
7 — 8	—	—	—	—	5.07	33.8	3.38	83.7	2.77	54.8
Zużycie O ₂ w czasie całego wzrostu (cm ³) Consommation d'O ₂ pendant toute la durée de croissance (cc.)	575.9		410.6		547.9		396.6		312.8	
Czas trwania wzrostu (dni) Durée de la croissance (jours)	5.50		6.70		7.27		8.00		7.80	
Przyrost ciężaru ciała (g) Accroissement du poids de corps (g)	5.37		4.05		3.87		2.91		2.37	
Zużycie O ₂ na gram przyrostu (cm ³) Consommation d'O ₂ par 1 g d'accroissement	107.2		101.3		141.3		136.3		132.0	

o r g a n i z m r o s n ą c y z u ż y w a o k o ł o 124 cm³ t l e n u.

Wartość tę będziemy nazywali względnym rzekomym (brutto) utlenianiem wzrostowym.

Odpowiedni efekt cieplny, towarzyszący wzrostowi larwalnemu, czyli względną rzekomą wartość energetyczną wzrostu, można obliczyć, posługując się danymi pracy Balzama ('33), który dla wzrostu gąsienic jedwabnika ustalił, na podstawie bezpośrednich pomiarów kalorymetrycznych, przeciętną wartość współczynnika kalorycznego tlenu, równą 5.17 gcal na 1 cm³O₂¹). W ten sposób otrzymujemy globalny efekt cieplny, towarzyszący przyrostowi jednego grama masy żywej, odpowiadający od 524 do 721 gcal, a wynoszący średnio 641 gcal.

Jest rzeczą jasną, że nasz termin względnego rzekomego utleniania w czasie wzrostu, lub jego wartości energetycznej, całkowicie pokrywa się z pojęciem „względnej pracy rozwojowej” („relative Entwicklungsarbeit”) Tangla ('03), którą ten autor definiuje, jako ilość energii chemicznej, przekształcającej się w czasie rozwoju zarodka i odpowiadającej gramowi utworzonej masy żywej ciała. Jak wiadomo, badania nad określeniem „pracy rozwojowej” u różnych zwierząt w czasie rozwoju zarodkowego i metamorfozy doprowadziły tego autora ('09) do ciekawych uogólnień.

Do niemniej ważnych wniosków mogłyby również doprowadzić badania prównawcze nad efektem energetycznym procesów wzrostowych w różnych okresach życia indywidualnego jednego i tego samego gatunku zwierzęcego. Mamy przede wszystkim na myśli okres wzrostu embrionalnego i okres wzrostu larwalnego u jedwabnika.

Szczęśliwym zbiegiem okoliczności, dane do tego rodzaju porównania znajdujemy w pracy Farkasa ('03) nad energetyką rozwoju zarodkowego jedwabnika. Autor ten, oznaczając ciepło spalania jaj niewylęganych oraz wyklutych gąsienic

¹) Liczbę tę wyprowadzono, jako średnią wartość z trzech pomiarów zużycia tlenu i produkcji cieplnej (Balzama '33 b, tab. II, str. 322). Z pomiarów tegoż autora nad gąsienicami *Lymantria dispar* wynika, że wartość tego współczynnika może dochodzić do 5.6, a nawet przekraczać 6.

i części pozostałych (skorupki jaj, jaja niewylęzione), obliczał z różnicy energii chemiczną, zjawiającą się w postaci ciepła. Odnosząc ją następnie do grama ciężaru ciała wyklułych gąsienic, otrzymał dla rozwoju zarodkowego jedwabników wartość „względnej pracy rozwojowej”, wynoszącą 882 gcal. Liczba ta nie odbiega zasadniczo od wartości, znalezionych przez nas dla wzrostu larwalnego (524—721 gcal).

Stwierdzamy więc na tym miejscu fakt nie pozbawiony ogólniejszego znaczenia, że powstaniu grama masy żywej jedwabnika w czasie rozwoju larwalnego towarzyszy taka sama w przybliżeniu ilość uwolnionej pod postacią ciepła energii chemicznej, co w czasie jego rozwoju embrionalnego. Wzrost zarodkowy i pozarodkowy odbywałby się zatem z jednakowym nakładem energii, uwolnionej z substancji odżywczych.

W związku z późniejszą krytyką pojęcia „pracy rozwojowej” i jego eksperymentalnego uzasadnienia (Terroine i Wurmser '22, Needham '31, Rapkine '28 i in.) nie ulega obecnie wątpliwości, że źródłem ciepła, które uwalnia się ze związków odżywczych w czasie wzrostu i różnicowania się organizmu, jest szereg reakcyj chemicznych, zaledwie luźno związanych z procesami właściwego przyswajania składników chemicznych ciała. Na sumę tę składają się dwie duże grupy procesów. Pierwszą stanowią utleniania, odpowiadające przemianie podstawowej, które są związane z zachowaniem już zasymilowanej masy żywej. Drugą natomiast, którą odpowiednio do terminu, wprowadzonego przez Terroine'a i Wurmsera ('22, „rendement énergétique réel”), możemy nazwać „rzeczywistym utlenianiem wzrostowym”, stanowi szereg reakcyj, sprzężonych bardziej bezpośrednio ze wzrostem i odżywianiem się: z pośród nich możemy na razie wyróżnić 1°, utleniania, odpowiadające pracy żucia pokarmu i ruchom dodatkowym ciała w czasie żerowania, 2°, nadwyżkę zużycia tlenu, związaną ze swoistodynamicznym działaniem pokarmu i pracy jego trawienia i chłonięcia, i wreszcie, 3°, pozostałe procesy utleniania, które — aczkolwiek tworzą jeszcze konglomerat niejednolity — stano-

wią pozycję najważniejszą reakcyj chemicznych, jakim ulegają zresorbowane substancje pokarmowe, przekształcające się w swoiste składniki ciała. Tę ostatnią grupę procesów będziemy prowizorycznie nazywali utlenianiem asymilacyjnym, zdając sobie sprawę z niedokładności tego określenia.

W przeciwieństwie do tych autorów, którzy zajmowali się zagadnieniem „pracy rozwojowej” u zarodków¹⁾, znajdujemy się o tyle w dogodniejszym położeniu, że możemy wyznaczyć u gąsienic jedwabnika względne rzeczywiste utlenianie wzrostowe, jeżeli przyjmiemy, że przemiana zachowawcza gąsienic rosnących odpowiada ich przemianie w czasie ostatniej wylinki. Robiąc to założenie, stwierdzamy, że przemiana zachowawcza (0.647 cm³/g/h, por. tab. V) rosnących gąsienic stanowi znaczną część ich przemiany aktualnej (1.030 cm³/g/h), mianowicie — 62.8%. Część pozostała — 37.3% globalnego utleniania — odpowiadałaby zużyciu zaledwie 46.1 cm³ na gram przyrostu masy żywej, t. j. ilości, która jest równoznaczna z produkcją 416 gcal²⁾³⁾.

¹⁾ Por. uwagi krytyczne Needhama ('31, str. 969 i nast.).

²⁾ Liczbę tę otrzymano, mnożąc ilość cm³ tlenu przez 9.03. Ten niezwykle wysoki współczynnik kaloryczny wypytała z faktu, stwierdzonego przez Balzama ('33), że ilość ciepła, przypadająca na cm³ zużytego tlenu, jest u gąsienic, przechodzących wylinkę (i przeobrażenie), znacznie niższa (3.75 gcal), niż u gąsienic rosnących (5.17 gcal). Gdyby więc nasze założenie, iż przemiana zachowawcza gąsienic rosnących jest identyczna z przemianą gąsienic liniejących, było słuszne — mielibyśmy do czynienia w procesach asymilacji wzrostowej z wybitnym udziałem reakcyj egzotermicznych, odbywających się bez przyłączania się tlenu atmosferycznego.

³⁾ Na podstawie naszych oznaczeń względnej wartości energetycznej wzrostu, rzekomej (641 gcal) i rzeczywistej (416 gcal), oraz znajomości ciepła spalania 1 g masy żywej przyrostu, które według moich poprzednich oznaczeń (Białaszewicz '36, tab. VII, str. 370) wynosi średnio 1390 gcal, możemy obliczyć dwie inne, często spotykane w pracach o fizjologii wzrostu, wartości, które określają stopień magazynowania przez organizm rosnący energii chemicznej, a mianowicie: rzekomą wydajność energetyczną wzrostu („rendement énergétique brut” Terroine'a i Wurmsera '22, lub „apparent energetic efficiency” Needhama '31), którą oceniamy na $1390 \times 100 / 1930 + 641 = 68.5\%$, oraz rzeczywistą wydajność energetyczną wzrostu („rendement énergétique réel” lub „réel energetic efficiency” tychże autorów), która jest równa $1390 \times 100 / 1390 + 416 = 76.9\%$. Pierwsza z tych liczb nie odbiega od

Jak wiemy, na wartość tę składają się nie tylko procesy termochemicznie sprzężone z właściwą asymilacją, ale również reakcje chemiczne, związane z odżywianiem się zwierzęcia.

Z pośród tych ostatnich możemy jedynie oznaczyć ilość tlenu, absorbowanego w związku z pracą żucia pokarmu i wzmożonymi w trakcie żerowania ruchami ciała. Oceniając tę nadwyżkę na 4.9% przyrostu utlenień w czasie żerowania, t. j. na $2.3 \text{ cm}^3 \text{ O}_2$, uzyskujemy ilość tlenu, równą 43.8 cm^3 , która odpowiada sumie procesów oksydacyjnych, związanych z działaniem swoisto-dynamicznym pokarmu i z właściwym przyswajaniem składników ciała, które zachodzą w czasie zwiększania się masy ciała o jeden gram.

Niestety, nie posiadamy danych, które pozwoliłyby chociaż w przybliżeniu ocenić wielkość wpływu specyficznie-dynamicznego działania pokarmu u jedwabników. Wynik jednoznaczny mogłyby dać jedynie badania nad wymianą gazową gąsienic żerujących z zahamowaniem ich wzrostu. Nagły u gąsienic jedwabnika przyrost po podaniu pokarmu przemiany gazowej wskazywałyby raczej na to, że efekt tego działania jest znaczny. Z drugiej strony spotykamy w literaturze bardziej bezpośrednie wskazówki, świadczące o dużym efekcie tego działania u owadów. Szczególniej interesujące są streszczone w tab. VIII wyniki badań *Pilewiczówny* ('25) na karaczanach poprzednio głodzonych, które karmiono bądź cukrem trzcinowym, bądź białkiem jaja kurzego, oznaczając zużycie tlenu i produkcję dwutlenku węgla przed i po podaniu pokarmu. Autorka stwierdziła, że przyrost przemiany gazowej jest w pewnych warunkach dosyć znaczny (dochodzi do 144% przemiany głodowej) i zależy od rodzaju pokarmu, przyczym pokarm węglowodanowy, zwiększając o 22—144% wydalanie dwutlenku węgla, obniża raczej zużycie tlenu, gdy natomiast pokarm białkowy, zależnie od stanu wyголоdzenia, zwiększa w jednakowym stopniu zarówno wydalanie CO_2 , jak i spożycie O_2 .

Rezygnując na razie z możliwości ustalenia udziału przemian energetycznych, związanych ze specyficznie-dynamicznym dzia-

większości wyników, otrzymanych dla różnych gatunków zwierzęcych w różnych stadiach ich rozwoju (porównaj zebrane dane w monografii *Needham* '31, str. 968).

Tabela VIII.

Wpływ pokarmu węglowodanowego i białkowego na przemianę gazową karaczanów (*Periplaneta orientalis* L.), według danych pracy Pillewiczówny (25, tab. IX i X, str. 27). Temp. doświadczeń: 24,0 — 25,30.
Influence du régime glucidique et protéique sur les échanges gazeux des blattes (Periplaneta orientalis L.), d'après les données de Pillewiczówna (25, tabl. IX et X, p. 27). Les expériences ont été effectuées à la température de 24,0 — 25,0°.

Nr serii doświadczeń <i>Nr de la série d'expériences</i>	Głód — <i>Inanition</i>				Po podaniu pokarmu — <i>Alimentation consécutive</i>					
	Liczba dni doświadczeń <i>Durée de l'expérience en jours</i>	Liczba osobników w doświadczeniu <i>Nombre d'individus en expérience</i>	Wartości średnie <i>Valeurs moyennes</i>		RQ	Rodzaj pokarmu <i>Genre d'aliment</i>	Liczba dni doświadczeń <i>Durée de l'expérience en jours</i>	Liczba osobników w doświadczeniu <i>Nombre d'individus en expérience</i>	Przyrost lub ubytek wymiany gazowej po nakarmieniu w % przemiany głodowej <i>Accroissement ou diminution des échanges gazeux après le repas en p. c. des échanges pendant l'inanition</i>	RQ
			produkcyj CO ₂ <i>du dégagement de CO₂</i>	zużycia O ₂ <i>de consommation d'O₂</i>						
II i IV	16	15	3,99	—	—	9	8	+ 144	—	
VIII	8	3	4,67	6,42	0,727	8	3	+ 29	— 7	
XII	2	4	7,53	9,32	0,808	4	4—3	+ 22	— 9	
II i V	16	15	3,99	—	—	10	8	+ 37	—	
X	1	5	4,77	5,60	0,853	4	5	+ 45	+ 67	
XV	2	4	6,54	8,46	0,773	6	4—3	+ 3	+ 8	

łaniem pokarmu, w ogólnej przemianie wzrostowej, możemy jednak na podstawie powyżej rozważanych wyników twierdzić, że u gąsienic jedwabnika procesy asymilacji odbywają się z nieznacznym efektem cieplnym, gdyż najwyżej 25% energii chemicznej pokarmu, zresorbowanego w całym ostatnim okresie wzrostu, zostaje uwolnione w postaci ciepła reakcyj chemicznych, sprężonych z przeróbką i syntezą składników masy żywej.

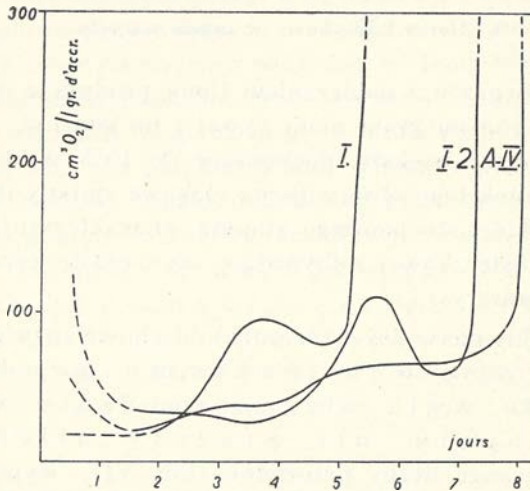
Nie ulega, z drugiej strony, wątpliwości, że w czasie trwania danego okresu wzrostu istnieją momenty lub całe odcinki czasu, w których gąsienice zużywają na cele asymilacyjne jeszcze mniejsze od znalezionych przez nas dla całego piątego okresu wzrostu ilości tlenu lub energii chemicznej pokarmu.

Wysuwa się więc ciekawe zagadnienie istnienia zależności — i jakiego rodzaju — między efektem cieplnym asymilacji a stopniem zaawansowania wzrostu.

Na pytanie to, biorąc rzecz praktycznie, można odpowiedzieć na zasadzie przeprowadzonych doświadczeń, jeżeli w odstępach przynajmniej dziennych obliczy się asymilacyjne bezwzględne zużycie tlenu, jako różnicę między przemianą aktualną gąsienicy a sumą przemiany podstawowej i przemiany, związanej z pracą żucia pokarmu, i jeżeli to zużycie tlenu odniesie się do grama każdorazowych przyrostów ciężaru ciała. Wynik ogólny tego rodzaju obliczeń jest przedstawiony na rys 8 w postaci krzywych, odnoszących się do trzech osobników (I, I-2 i A-IV): wyobrażają one zmiany względnego utleniania asymilacyjnego w miarę realizowania się wzrostu. Jak można stwierdzić, zmiany te w ostatecznym wyniku obliczeń są zależne od charakteru matematycznego krzywej wzrostu absolutnego.

Jeżeli wyłączymy z rozważań pierwszy dzień wzrostu, w którym — wskutek małych przyrostów ciężaru ciała i jego wahań, związanych z pobieraniem pokarmu i wydalaniem kałomoczu — występują znaczne rozbieżności, to okazuje się że, przez dłuższy okres wzrostu początkowego asymilacyjne zużycie tlenu pozostaje

s t a j e praktycznie biorąc b e z z m i a n y, wykazując w pewnych przypadkach lekką tendencję zwyżkową. Wyraźne zwiększenie się utleniania występuje dopiero w końcowych fazach wzrostu, w których jednakowym przyrostom ciężaru ciała odpowiadają coraz bardziej wzrastające ilości tlenu. Należy zauważyć, że krzywa tlenu u większości osobników posiada w drugiej połowie wzrostu jedno maksimum, które poprzedza po-



Rys. 8. Krzywe względnego utleniania asymilacyjnego u trzech gąsienic (Nr.Nr. I, I-2, A-IV) w czasie ostatniego okresu wzrostu, wyrażone w cm^3 tlenu (po odliczeniu ilości tego gazu, zużytego na przemianę zachowawczą i pracę żucia pokarmu) na gram przyrostu masy żywej zwierzęcia.

Fig. 8. Courbes d'oxydations assimilatrices relatives chez trois chenilles (Nr.Nr. I, I-2, A-IV) pendant la dernière période de croissance, exprimées en cm^3 d' O_2 (après la déduction du volume de ce gaz utilisé pour le métabolisme d'entretien et pour le travail de mastication) par gramme d'accroissement de masse de l'animal.

nowne przyśpieszenie wzrostu: przyśpieszenie to pozostaje w związku ze wzmożonym w tym czasie wytwarzaniem jedwabiu (Białaszewicz '37, str. 34).

W okresie najbardziej energetycznie ekonomicznego przebiegu asymilacji zapotrzebowanie tlenu waha się w granicach od 18.3 do 24.2 cm^3 , wynosi zatem przeciętnie 21.2 cm^3 (=193.6 geal) na gram przyrostu masy żywej. Utlenienie to odpowiada wyzyskaniu zaledwie 9.5% energii chemicznej, zawartej w pokarmie zresorbowanym.

Jakkolwiek dokładność podobnych obliczeń nie jest duża, to jednak wyniki nasze wskazują na to, że właściwe procesy asymilacyjne odbywają się z bardzo małym efektem cieplnym: główne straty energii chemicznej zachodzą w związku z procesami i czynnościami, które towarzyszą pobieraniu i chemicznej przeróbce pokarmu.

3. Iloraz oddechowy w czasie wzrostu.

W porównaniu z pobieraniem tlenu produkcja dwutlenku węgla, obliczona na gram masy żywej i na godzinę, wykazuje wahania znacznie większe, dochodzące do 15% wartości przeciętnej. Wskutek tego obserwujemy ciekawe zmiany ilorazu oddechowego, które do pewnego stopnia charakteryzują procesy przemiany cząsteczkowej, odbywające się w czasie wzrostu (por. tab. V i VI oraz rys. 7).

Wszystkie nasze doświadczenia oddechowe świadczą o tym, że pod wpływem pokarmu produkcja dwutlenku węgla ulega wzmożeniu w większym stopniu, niż procesy utleniania. Biorąc pod uwagę liczby przeciętne (tab. VI), wyprowadzone ze wszystkich doświadczeń, stwierdzamy, że niski iloraz oddechowy gąsienic po czwartej wylnicy (0.752), znamionujący raczej przewagę zużycia związków tłuszczowych, bezpośrednio po pobraniu przez gąsienicę liści morwy, wzrasta do 0.902, t. j. do wartości, wskazującej na zaangażowanie się w przemianie cząsteczkowej większej ilości węglowodanów¹⁾.

Z dalszego przebiegu krzywej RQ (rys. 7) wynika następnie, że udział węglowodanów w przemianie

¹⁾ Balzám ('33, tab. III, str. 323) u rosnących gąsienic jedwabnika znalazł RQ w granicach od 0.70 do 0.74. Mniejsze od moich wartości ilorazu oddechowego mogą objaśnić tylko tym, że autor oznaczał produkcję CO₂ pośrednio, z różnicy objętości powietrza w zbiorniku aparatu Winterssteina w obecności i w nieobecności ługu, przy czym doświadczenia oddechowe z natury rzeczy musiały trwać dosyć długo.

wzrostowej gąsienic zwiększa się stopniowo, wykazując w połowie trzeciego dnia wzrostu wartość najwyższą ($RQ = 0.987$), poczym zmniejsza się prawidłowo aż do końca wzrostu: w momencie tym RQ osiąga wartość mniejszą (0.829), niż w pierwszym dniu żerowania (0.902).

Opierając się na fakcie, stwierdzonym przez Kellnera ('84) i potwierdzonym przez Białaszewicza ('37), że zaledwie połowa przyswojonych w ostatnim okresie kwasów tłuszczowych może pochodzić z pokarmu, możemy większe wartości RQ uważać za wypadkową dwu procesów, jakim ulegają zawarte w pokarmie węglowodany, a mianowicie — całkowitego utleniania oraz ich przekształcania w kwasy tłuszczowe. Gdyby udział procentowy węglowodanów w przemianie katabolicznej nie ulegał w miarę wzrostu znacznieszym zmianom, wtedy moglibyśmy twierdzić, że najwyższymi wartościami ilorazu oddechowego, przypadającymi na środkowy okres wzrostu, odpowiada największe nasilenie procesów adipogenezy węglowodanowej.

IV. Oddychanie jedwabników po zakończeniu wzrostu.

Rozwój powzrostowy jedwabników obejmuje szereg okresów, ważnych z punktu widzenia tych przeobrażeń morfologicznych i przemian chemicznych, które zachodzą w organizmie. W tym odcinku życia owada odróżniamy okres żerowania powzrostowego, przygotowywania się do snucia, snucia kokonu, przygotowywania się do metamorfozy i wreszcie — okres właściwej metamorfozy.

Zachodzące w tym czasie straty energii charakteryzuje do pewnego stopnia sumaryczne zużycie tlenu. Stanowi ono (tab. IX, gąsienica № I) tylko 41% zapotrzebowania tego gazu w czasie od ostatniej wylinki do wyklucia się motyla, aczkolwiek na okres ten (19 dni rozwoju w temp. 25°) jedwabnik zużywa 76% czasu całkowitego (25 dni). Przyczyną tego zjawiska jest bardziej oszczędne, niż w czasie wzrostu, wydatkowanie energii.

Tabela IX.

Calkowite zużycie tlenu i produkcja dwutlenku węgla w poszczególnych okresach życia jedwabnika, obliczone z krzywych metoda planimetryczną. Według danych tabeli III i IV.

Consumation totale d'O₂ et dégagement du CO₂ dans différentes périodes de la vie du ver à soie. Calculs planimétriques d'après les données des tableaux III et IV.

№ okresu № ordre de la période	N a z w a o k r e s u P é r i o d e	Trwanie okresu Durée de la période dni jours	Z u ż y c i e O ₂ C o n s o m m a t i o n d'O ₂				Produkcja CO ₂ Dégagement du CO ₂ cm ³	RQ
			ilości bezwzględne quantités absolues cm ³	w % zużycia w V okresie larwalnym en p. c. de la consommation au cours de la V période %	średnie przez zwierzę na dobę moyenne par animal en 24 heures cm ³ /24 h			
G ą s i e n i c a I								
I	Piąty okres wzrostu Cinquième période de la croissance	6.0	673.8	74.4	112.3	568.8	0.84	
II	Okres powzrostowy żerowania Période d'alimentation après la croissance	1.2	115.3	12.7	96.1	81.3	0.70	
III	Okres przygotowawczy do snucia Période préparatoire au filage	0.3	21.5	2.4	71.6	14.9	0.69	
IV	Okres snucia kokonu Période de filage du cocon	1.8	76.5	8.4	42.5	59.6	0.77	
V	Okres przygotowawczy do metamorfozy Période préparatoire à la métamorphose	0.7	19.1	2.1	27.1	15.5	0.81	
VI	Okres metamorfozy Période de la métamorphose	15.0	240.2	—	16.0	166.7	0.82	
G ą s i e n i c a II								
I	Piąty okres wzrostu Cinquième période de la croissance	6.4	377.4	—	59.0	344.4	0.91	
II	Okres powzrostowy żerowania Période d'alimentation après la croissance	1.0	79.2	—	79.2	61.8	0.78	
III	Okres przygotowawczy do snucia Période préparatoire au filage	1.1	48.6	—	44.2	36.6	0.76	

Jest zjawiskiem charakterystycznym zapewne dla wszystkich owadów, ulegających przeobrażeniu, iż zwierzęta te ujawniają największe nasilenie procesów przemiany materii w ostatnich momentach wzrostu, na krótki czas przed ukończeniem żerowania. Od tego zwrotnego momentu począwszy, w którym zużycie tlenu w temp. 25° wynosi 1.03 cm³/g/h, obserwujemy u gąsienic jedwabnika (rys. 6) stałe zmniejszenie się ciężaru ciała oraz wybitną postępującą redukcję procesów przemiany gazowej. Ponieważ ograniczenie wymiany oddechowej zachodzi znacznie prędzej od strat ciężaru ciała, stwierdzamy w ciągu całego okresu powzrostowego aż do piątego dnia metamorfozy nieustanne zmniejszanie się względnego natężenia przemiany gazowej, które w punkcie końcowym wynosi 0.059 cm³ O₂/g/h, stanowi więc wtedy zaledwie 5.7% wartości wyjściowej¹⁾.

W okresie dokładniej przez nas badanym, t. j. między zakończeniem wzrostu a początkiem metamorfozy, utrata przez masę żywą gąsienic aktywności metabolicznej wynosi około 80% (zmniejszenie utlenień z 1.030 do 0.227 cm³ O₂/g/h). Z tego największy ubytek przypada na czas od ukończenia wzrostu do rozpoczęcia snucia kokonu. Okres przygotowania do snucia jedwabiu jest więc tym, w którym masa żywa gąsienic najprędzej zatraca swe zdolności oksydacyjne.

Produkcja dwutlenku węgla w okresie powzrostowym oraz stosunek jego wydalania do zużycia tlenu nie przedstawia cech

¹⁾ Heller w swej pięknej pracy nad przeobrażeniem owadów ('28) podaje, że w czasie metamorfozy przewlekłej (zimowej) u wilczomlecza (*Deilephila euphorbiae*) zużycie tlenu na wysokości przemiany podstawowej, podczas minimum, wynosi 22.3 cm³, gdy w tymże momencie podczas metamorfozy doraźnej (letniej) poczwarki zużywają 50 cm³ O₂/kg/h. Wynika stąd, że w rozwoju przewlekłym względne zużycie tlenu w okresie największej depresji metabolicznej stanowi znacznie mniejszą część przemiany wzrostowej. Moje nieogłoszone wyniki pomiarów mikrokalorymetrycznych nad stopniem depresji w metamorfozie przewlekłej innych gatunków motyli (np. u *Pieris brassicae*) stwierdziły jeszcze większą redukcję przemian energetycznych, dochodzącą do 10% i mniej produkcji ciepłej poczwarek, znajdujących się w pierwszym dniu metamorfozy.

bardziej charakterystycznych. Z wyjątkiem ostatnich chwil przed zapoczwarczeniem się, w których zjawia się tendencja do redukcji RQ, występująca wyraźnie w pierwszych dniach metamorfozy, — stosunek CO_2 do O_2 waha się w granicach od 0.81 do 0.86. U większości osobników, lecz nie u wszystkich, obserwujemy jedynie nieznaczny przyrost RQ w czasie snucia kokonu: w tym czasie, jak stwierdziliśmy w poprzedniej pracy (Białaszewicz '37), następuje w ciele gąsienicy znaczny ubytek glikogenu.

Wysuwa się z powyższych stwierdzeń pytanie natury ogólniejszej: jakie zmiany wewnętrzne powodują w okresie powzrostowym gąsienicy tak znaczne ograniczenia procesów oddechowych? W okresie tym, będącym stadium przygotowawczym do metamorfozy, zachodzą bez wątpienia zasadnicze, głębokie zmiany natury zarówno morfologicznej, jak i funkcjonalnej.

Występujące w początkach okresu powzrostowego ograniczenie procesów katabolicznych jest bezsprzecznie uwarunkowane nie tylko zaprzestaniem pobierania pokarmu i wraz z nim — ustaniem pobierania tlenu na pracę żucia i towarzyszących zerowaniu ruchów ciała, na pokrycie efektu specyficznego dynamicznego działania pokarmu i wreszcie — na cele przyswajania masy żywej zwierzęcia, ale jest również skutkiem rozpoczynającej się histolizy komórek oraz zmniejszenia się aktywności oksydacyjnej materii żywej. W jakim stosunku w pogłębiającym się coraz bardziej ograniczeniu przemian energetycznych biorą udział wspomniane ostatnio dwa czynniki, o tym możemy snuć tylko przypuszczenia. W każdym bądź razie zasadnicze znaczenie w tym splocie czynników muszą mieć procesy i warunki, które prowadzą do inaktywacji układów enzymatycznych o charakterze oksydo-redukcyjnym.

Zdolność ograniczenia strat energetycznych do minimum, granicznym w pewnych warunkach niemal ze stanem życia utajonego organizmu, jest zjawiskiem tak wybitnym, ważnym i celowym z punktu widzenia ekonomiki procesów biologicznych, że ze wszech miar zasługuje ono na dalszą głębszą analizę doświadczalną.

Streszczenie wyników.

1°. Względna intensywność pobierania tlenu w kolejnych okresach snu larwalnego zmniejsza się wraz z wiekiem gąsienic.

2°. Po ukończeniu snu i po wylince zużycie tlenu u gąsienic niekarmionych ulega stopniowej redukcji. Spożycie pokarmu (liści morwy) powoduje nagły przyrost absorpcji tlenu, który wynosi około 90% przemiany podstawowej. Zwyżka ta, po usunięciu pokarmu, ulega w ciągu doby całkowitej likwidacji.

3°. Znaczna stosunkowo stałość natężenia wymiany gazowej w czasie normalnego odżywiania się jest rezultatem nakładania się fal oksydacyjnych, wyzwalanych przez poszczególne okresy pobierania pokarmu. Te okresy apetytowe, przedzielone przerwami w spożywaniu pokarmu, nieprzekraczającymi dwu godzin, wykazują przebieg rytmiczny i zajmują w sumie $\frac{1}{3}$ czasu, spędzonego przez gąsienicę na żerowaniu.

4°. Na pracę żucia pokarmu i związanych z jego pobieraniem dodatkowych ruchów ciała, gąsienice zużywają około 5% zwyżki utleniania, obserwowanej w czasie żerowania.

5°. W okresie odżywiania się produkcja dwutlenku węgla wzrasta prędzej, niż zużycie tlenu; wskutek tego iloraz oddechowyy wzrasta z 0.75 do 0.99, co wskazuje na znaczne zaangażowanie się węglowodanów w przemianie materii.

6°. W stałych warunkach odżywiania się zachodzi zależność wprost proporcjonalna między zużyciem tlenu a aktualnym ciężarem gąsienicy rosnącej. Względna wartość utleniania w czasie wzrostu, która jest wielkością stałą i niezależną od stopnia zaawansowania się wzrostu, wynosi w temperaturze 25° 1.030 cm³ O₂ na gram masy świeżej zwierzęcia i na godzinę.

7°. Bezwzględna ilość globalna tlenu, absorbowana w ciągu całego okresu wzrostu, waha się u różnych osobników w granicach dosyć szerokich, wykazując zależność od tempa wzrostu i wielkości przyrostu ciężaru ciała. Mniejszym natomiast zmianom indywidualnym podlega względna wartość rzekomego utleniania wzrostowego, która waha się od 101 do 141 cm³ O₂ (wzgl. od 524 do 721 gcal) na gram przyrostu ciężaru ciała.

8°. Zgodność liczb, charakteryzujących globalny efekt kaloryczny przyrostu jednego grama masy żywej gąsienicy, z war-

tością przeciętną „względnej pracy rozwojowej” („relative Entwicklungsarbeit” T a n g l a) zarodków jedwabnika, która równa się 882 gcal (F a r k a s '03), dowodzi, że wzrost larwalny jedwabników zachodzi z taką samą w przybliżeniu wydajnością energetyczną, co i wzrost embrionalny tych zwierząt.

9°. Względna wartość rzeczywistego utleniania wzrostowego (lub produkcji ciepłej), w której uwzględnia się przemianę zachowawczą, jest mniejsza od rzekomej i wynosi około 46 cm³ O₂ (416 gcal) na gram przyrostu masy żywej.

10°. Wyzyskanie asymilacyjnej energii, po odliczeniu od rzekomej przemiany wzrostowej ciepła przemiany zachowawczej i pracy żucia pokarmu, zmienia się w miarę realizowania się wzrostu: jest ono najbardziej ekonomiczne w początkowym okresie wzrostu, gdy pod postacią ciepła reakcyj, związanych z przyswajaniem i przebudową składników ciała, uwalnia się niespełna 10% energii chemicznej, zawartej w pokarmie zresorbowanym, przyczym liczba ta obejmuje nie dający się ustalić energetyczny efekt specyficznie - dynamicznego działania pokarmu.

11°. Względne zużycie tlenu w okresie powzrostowym gąsienic ulega daleko idącemu ograniczeniu: w piątym dniu metamorfozy, t. j. w momencie minimum przemiany, względna aktywność oksydacyjna masy żywej spada do 5.7% wartości, właściwej gąsienicom rosnącym.

P i ś m i e n n i c t w o .

A k a o A. 1932. Études sur le phénomène de croissance au point de vue des individus chimique. I. Expériences sur les vers à soie. The Keijo Journ. of Medicine, 3 (360). — B a l z a m N. 1933. Recherches sur le métabolisme chimique et énergétique au cours du développement des Insectes. II. Relation entre la chaleur dégagée et les échanges respiratoires au cours du développement postembryonnaire. Arch. intern. de Physiol. 37 (317) i Acta Biol. Exper. 8 (59). — B a t e l l i E. u E. S t e r n. 1913. Intensität des respiratorischen Gaswechsels der Insekten. Bioch. Zeitschr. 56 (50). — *B e r t P. 1885. Observations sur la respiration du bombyx du murier à ses différents états. C. R. Soc. Biol. — B i a ł a s z e w i c z K. 1933 a. Re-

cherches sur les échanges gazeux chez l'homme pendant le travail. I. Méthode et technique expérimentale. *Przegl. Fizjol. Ruchu*, 5 (1). — Białaszewicz K. 1933 b. Recherches sur le métabolisme chimique et énergétique au cours du développement des Insectes. I. Thermogenèse pendant la période de croissance larvaire et pendant la métamorphose de *Lymantria dispar*. L. *Arch. intern. de Physiol.* 37 (1). — Białaszewicz K. 1936. Badania nad przemianą materii i energii w czasie rozwoju owadów. III. O odżywianiu się jedwabnika (*Bombyx mori* L) w ostatnim okresie wzrostu. (Recherches sur le métabolisme chimique et énergétique au cours du développement des Insectes. III. Sur l'alimentation du vers à soie pendant la dernière période de sa croissance). *Acta Biol. Exper.* 10 (352). — Białaszewicz K. 1937. Badania nad przemianą materii i energii w czasie rozwoju owadów. IV. Zmiany składu chemicznego jedwabników w ostatnim okresie ich życia larwalnego. (Recherches sur le métabolisme chimique et énergétique au cours du développement des Insectes. IV. Variations de la composition chimique des vers à soie pendant la dernière période de leur vie larvaire). *Acta Biol. Exper.* 11 (20). — Farkas K. 1903. Beiträge zur Energetik der Ontogenese. III. Über den Energieumsatz des Seidenspinners während der Entwicklung im Ei und während der Metamorphose. *Arch. f. d. ges. Physiol.* 98 (490). — Harris J. A. and F. G. Benedict. 1919. A biometric study of basal metabolism in man. *Carn. Instit. of Washington*. Publ. Nr. 279. Washington. — Heller J. 1928. Badania nad przeobrażeniem owadów. (Untersuchungen über die Metamorphose der Insekten). *Acta Biol. Exper.* 1 (225). — Kellner O. 1884. Chemische Untersuchungen über die Entwicklung und Ernährung des Seidenspinners (*Bombyx mori*). *Landw. Versuchst.* 30 (59). — Luciani L. et Lo Monaco D. 1895. Sur les phénomènes respiratoires des larves du ver à soie. *Arch. ital. de Biol.* 23 (424). — Needham D. M. 1929. The chemical changes during the metamorphosis of insects. *Biol. Rev.* 4 (307). — Needham J. 1931. *Chemical Embryology*, vol. 2. Cambridge. — Pilewiczówna M. 1925. Przyczynek do badań nad wymianą gazową u owadów w stanie głodu i odżywiania. (Influence de jeune et de l'alimentation sur le métabolisme respiratoire des Insectes). *Trav. de l'Institut. Nencki* Nr. 39 (1—30). — Rapkine L. 1928. Énergétique du développement de l'oeuf. Paris (A. Chanine). — Regmault et Režset. 1844. Recherches chimiques sur la respiration des animaux des divers classes. *Ann. de Phys. et de Chim.* 25. — Szwajsówna P. 1916. O przemianie materii u larw mącznika (*Tenebrio molitor*). (Le métabolisme physiologique chez les larves du *Tenebrio molitor*). *Spraw. Tow. Nauk. Warsz.* 9. — Tangl F. 1903. Beiträge zur Energetik der Ontogenese. I. Untersuchungen über die Entwicklungsarbeit im Vogelei. *Arch. f. d. ges. Physiol.* 93 (327). — Tangl F. 1909. Embryonale Entwicklung und Metamorphose vom energetischen Standpunkte aus betrachtet. *Arch. f. d. ges. Physiol.* 130 (55). — Terroine E. T. et R. Wurmser. 1922. L'énergie de croissance. I. Le développement de *Aspergillus niger*. *Bull. de la Soc. de Chimie Biol.*

4 (519). — *Verson E. e Quajat E. 1876. Intorno alla respirazione delle uova dei bacchi, delle crisalidi e delle farfalle del filugello. Boll. Mens. Bachic. 8 (1—32). Wahrburg O. 1926. Über den Stoffwechsel der Tumoren. Berlin. — Winterstein H. 1913. Ein Mikrorespirationsapparat. Zeitschr. f. biolog. Technik u. Methodik. 3.

Prace oznaczone * nie były mi dostępne w oryginale.

DRUK PIOTR PYZ i SKA WARSZAWA

Acta Biologiae Experimentalis.

Wskazówki dla autorów:

Do druku są przyjmowane nieogłoszone dotychczas w obcych czasopismach naukowych prace, wykonane w polskich lub zagranicznych zakładach badawczych. Rękopisy (pisane po polsku, ze streszczeniem w jednym z czterech języków kongresowych, nie przekraczającym 10% tekstu polskiego, lub też pisane w języku obcym, z odpowiednim streszczeniem polskim) nie powinny w zasadzie przekraczać objętości jednego arkusza druku. Rękopisy winny być pisane możliwie zwięźle, zupełnie czytelnie (lepiej — maszynowo na interlinii, zaś tekst obcojęzyczny obowiązkowo na maszynie), z marginesem, na jednej stronie kartek (jednakowej wielkości), z określeniem ustępów mniej ważnych (historia zagadnienia, kwestie metodyczne i techniczne, protokoły doświadczeń, spis piśmiennictwa), które będą drukowane petitem.

Autorowie są proszeni o nadsyłanie rękopisów w redakcji ostatecznej, wyłączającej zmiany lub uzupełnienia tekstu w czasie korekty.

Uprasza się o przestrzeganie w układzie rękopisu następującej kolejności: 1^o nazwa zakładu, w którym praca została wykonana; 2^o, imię (lub lepiej — tylko inicjały) i nazwisko autora; 3^o tytuł pracy możliwie krótki i ściśle odpowiadający treści w języku polskim i poniżej — w języku obcym; 4^o, streszczenie w jednym z języków kongresowych (jako wzór — komunikaty w C. R. Soc. de Biol.); 5^o, tekst polski; 6^o, polskie streszczenie głównych wyników, o charakterze obiektywnym i w formie, dającej się bezpośrednio użytkować w czasopismach bibliograficznych; 7^o, piśmiennictwo; 8^o, objaśnienie rysunków w tablicach pozatekstowych (w dwu językach).

Podkreślenia: 1^o, rozdziały pracy — trzema liniami ciągłymi; 2^o, nazwiska autorów w tekście — linią przerywaną; 3^o, ustępy tekstu o charakterze wniosków — linią przerywaną; 4^o, nazwy łacińskie w tekście (rodzaje i gatunki zwierząt i roślin, nazwy anatomiczne) oraz tekst obcojęzyczny w tabelach liczbowych, w objaśnieniach rysunków w tekście i do tablic pozatekstowych — jedną linią falistą.

Cytaty: po nazwisku autora, cytowanego w tekście, należy umieścić w nawiasach dwie ostatnie cyfry roku wydania pracy, poprzedzone przecinkiem u góry; np.: Godlewski ('91).

Tabele liczbowe: na oddzielnych kartkach (tego samego formatu, co rękopis), z nagłówkami ogólnymi i kolumnowymi w dwu językach, ułożone oszczędnie (należy unikać kolumn mało wypełnionych), numeracja rzymska.

Rysunki: reprodukcja wyłącznie cynkofotograficzna (kreskowa lub siatkowa), jednobarwna; liczba rysunków możliwie ograniczona; wielkość nieprzekraczająca — po zmniejszeniu (najlepiej do $\frac{2}{3}$) — 50 cm². Objasnienia do rysunków w tekście (dwujęzyczne) na oddzielnych kartkach — wklejonych w odpowiednie miejsca rękopisu.

Piśmiennictwo, ułożone w porządku alfabetycznym, nazwisk autorów, w formie, przyjętej w bibliografii; 1^o, nazwisko i inicjały imion autora (linia przerywana); 2^o, rok wydania pracy lub książki (cyfra pełna); 3^o, pełny tytuł publikacji; 4^o, skrócony tytuł czasopisma; 5^o, tom (cyfry arabskie, linia falista); 6^o, pierwsza strona pracy (w nawiasie). Np.: Nencki M. und J. Zaleski. 1901. Über die Pestimmung des Ammoniaks in tierischen Flüssigkeiten und Geweben. Zeitschr. physiol. Chem. 33 (193), Opera Omnia. 2 (806).

Autorowie otrzymują 60 odbitek pracy gratis. Odbitki nadliczbowe można nabyć w cenie kosztu (arkusz druku — ok. 45 gr., okładka — 10 gr.) za uprzednim zamówieniem, które należy nadesłać wraz z pierwszym arkuszem korekty.

DRUK PIOTR PYZ I SPA WARSZAWA