

DONIESIENIA TYMCZASOWE

JAN KOT

Pracownia Entomologii Stosowanej
Zakładu Ekologii PAN**Odporność gąsienic kuprówki (*Euproctis chrysorrhoea* L.)
na niskie temperatury**

Niskie zimowe temperatury powodują znaczną śmiertelność wśród owadów, redukując stan ilościowy zimujących populacji. Są one tym samym często jedną z głównych przyczyn stałości ich zasięgu. Tylko nieliczne gatunki przetrzymują bez szkody bardzo niskie temperatury, którym może nawet towarzyszyć tworzenie się lodu w tkankach. Oczywiście zdolność znoszenia tak niskich temperatur powstaje w wyniku długotrwałego ewolucyjnego procesu prowadzącego do przewyciężenia wyjątkowo ciężkich warunków zimowania. W takich warunkach zimują niektóre gąsienice motyli: np. wewnątrz łodyg roślin w okolicach, gdzie zimą panują długotrwałe mrozy o temperaturze -30 , -40°C . Przykładem tu mogą być gąsienice *Pyrausta nubilalis* Hübn. żerujące na kukurydzy i konopiach w stepowych częściach ZSRR, o wyraźnie kontynentalnym klimacie. Gąsienice te, jak podaje Łozina-Łoziński (1937, 1952), a także gąsienice *Loxostege sticticalis* L., wytrzymały temperaturę -30 , -40°C w ciągu dłuższego okresu czasu.

Większość jednak owadów nie wytrzymuje zbyt niskich temperatur, np. próg wytrzymałości *Formica rufa* L. równa się -15°C przy ekspozycji 180 min. (Rodel 1886), *Blatta orientalis* L. — 5°C przy ekspozycji 1 godz. (Grabner 1887), *Apis mellifera* L. — $2,5^{\circ}\text{C}$ przy ekspozycji 50 min. (Uvarow 1931), *Melolontha melolontha* L. — 12°C przy ekspozycji jednej godziny (Faest et Staehelin 1921). Dlatego też przeżycie owadów o małej odporności całkowicie uzależnione jest od warunków ochrony ich zimowisk. Często nieodporne pojedyncze osobniki najbardziej wystawione w czasie zimowania na mróz giną. W czasie surowych zim śmiertelność może być stosunkowo duża i może poważnie przerzedzać populację. Jeżeli gatunek będzie rozszerzał swój zasięg w kierunku chłodniejszych rejonów, surowe zimy będą rugować go z tych terenów, ścieśniając areał znowu do normalnych granic. Badania nad śmiertelnością spowodowaną mrozami mogą mieć wielkie znaczenie praktyczne na odcinku stawiania prognoz oraz aklimatyzacji niektórych owadów.

Masowy pojaw kuprówki latem 1956 roku w pewnych częściach Polski (Lubelskie, Rzeszowskie) po mroźnej zimie 1955/56 r. dowiódł wysokiej odporności zimujących gąsienic kuprówki na niskie temperatury. Dane z literatury dotyczące wytrzymałości zimujących gąsienic kuprówki przeciwnie, wskazują na stosunkowo niską ich odporność. Grewillus (1905) ustalił dla zimujących gąsienic temperaturę -15°C jako śmiertelną (ekspozycja 7 godzin). Kozanczykow (1950) podaje temperaturę -20 , -25° jako krytyczną. Sacharow (1930) zaś ustalił temperaturę -17°C jako temperaturę zamarzania. Podkreślił on jednak, że danych tych nie można uogólniać, wiadomo bowiem, że w pewnych wypadkach gąsienice kuprówki są w stanie przetrzymać znacznie niższe temperatury. Na przykład w 1928 roku, kiedy temperatura spadła do -32° , część gąsienic przetrwała.

W celu ustalenia dolnej temperatury krytycznej gąsienic kuprówki, od grudnia 1956 r. do marca 1957 r. co miesiąc brano z gniazd diapauzujące gąsienice kuprówki; a począwszy od kwietnia — gąsienice żerujące już, z drzew żywicielskich i poddawano je działaniu niskich temperatur. Niskie temperatury otrzymywano przy pomocy zamrażarki, w której temperatury od 0 do -40°C można było automatycznie regulować. Temperaturę działającą na gąsienice mierzono metodą termoelektryczną, przy pomocy termopar (konstantan — miedź). Stopniowo obniżano temperaturę do -10 , -15 , -20 , -25 , -30 , -35° . Czas zamrażania do -35° trwał 8—10 godz. Przy każdej z wymienionych temperatur pobierano próby (dwie próbówki po 100 gąsienic w każdej), a następnie powoli przemieszczano próbówki przenosząc je do coraz wyższych temperatur. Ilość gąsienic martwych obliczano w laboratorium. Przeanalizowano ponad 30 tys. gąsienic. Wyniki przeprowadzonych doświadczeń, przedstawione na wykresie 1, wykazują zależność odporności na mróz u gąsienic kuprówki od pory roku i temperatury środowiska w okresie poprzedzającym eksperyment. Analizując krzywe widzimy, że najbardziej odporne na niskie temperatury są diapauzujące gąsienice w styczniu i lutym, natomiast większość żerujących gąsienic ginie już przy -10° . Na przykład przy -30° w grudniu wymarzło 75% gąsienic, w styczniu — 46%, w lutym — 50%, w marcu — 58%, 10 kwietnia — 77%, a 30 kwietnia — 100%. Oprócz tego 10—15% gąsienic wymarza nawet przy stosunkowo wysokich temperaturach; najwidoczniej uzależnione to jest od całego szeregu indywidualnych cech zimującego stadium owada (ilości wody wolnej, ilości tłuszczu itd.).

Zależność odporności u owadów od pory roku po raz pierwszy udowodnili Gueylard i Portier (1916) zamrażając gąsienice z rodzajów *Carpocapsa* i *Cossus*. Okazało się, że wytrzymałość ich zależy przede wszystkim od pory roku: zimą gąsienice wytrzymywały -20°C , natomiast wiosną ginęły już przy -17° . Zależność ta została potwierdzona obserwacjami Duvala i Portiera (1922) oraz doświadczeniami Knighta (1922) nad pluskwiakiem *Perillus bioculatus*. Najdokładniej jednak zagadnienie to było rozpracowane przez Payne (1926—1928). Wybrała ona trzy grupy owadów: korniki — silnie narażone na zmiany temperatury, owady żyjące w wodzie, gdzie temperatura nie spada poni-

żej 0°, i szkodniki spichrzów. Okazało się, że najbardziej zmienną odporność na mróz posiadają korniki, natomiast odporność owadów wodnych jest względnie stała. Autorce tej udało się również udowodnić zależność odporności na mróz od ilości wolnej wody w organizmie owada. Zmniejszenie ilości wody podwyższa odporność owada. Payne wykazała także brak stałości dziedzicznej odporności i możliwość nabywania tej odporności przy odpowiedniej zmianie warunków środowiska.

Doświadczenia przeprowadzone na kuprówce potwierdziły twierdzenie Payne o zmienności odporności pod wpływem zmiany środowiska. Przeprowadzono je w sposób następujący: jedną grupę gąsienic kuprówki umieszczono na okres 10 dni w temp. 22°C, drugą w temp. 10°C, trzecią w temp. —2°C. Pozostałe grupy gąsienic umieszczono w ich naturalnych warunkach zimowania. Następnie wszystkie te grupy gąsienic poddawano działaniu temp. —28° (czas zamrażania 5 godz.). Okazało się, że najmniej procent śmiertelności wykazały gąsienice znajdujące się uprzednio w temperaturze —2°C (43% martwych), natomiast gąsienice znajdujące się poprzednio w temp. 22°C dały 100% śmiertelności (tab. I).

T a b e l a I

Śmiertelność gąsienic kuprówki w temp. —28°C.
Mortality of caterpillars of brown — tailed moth
in temp. —28°C

Temp. poprzedzająca zamrażanie Temperature before undercooling	% martwych gąsienic % of dead caterpillars
20 — 22°C	100
10°C	85
13 — 3°C	54
— 2°C	43

Dane tabeli I wyraźnie wskazują, że odporność jest cechą zmienną i że kształtuje się ona głównie pod bezpośrednim wpływem temperatur środowiska.

Równolegle poddawano również działaniu niskich temperatur całe gniazda kuprówki. Okazało się, że gąsienice w gniazdach wytrzymywały niższe temperatury, niż gąsienice znajdujące się w próbkach. Im gniazda były większe, tym większa była odporność na niskie temperatury. Dane te są zgodne z doświadczeniami Grewillusa (1905), który ustalił, że larwy kuprówki w swoich zimowych gniazdach mogą wytrzymywać temperaturę —31° w ciągu 24 godzin, natomiast wyjęte z gniazd giną już przy temperaturze —14° w przeciągu kilku godzin.

W celu wyjaśnienia ochronnej roli gniazda i roli skupień gąsienic kuprówki w gnieździe przeprowadzono osobno specjalne doświadczenia. W próbkach o jednakowej objętości poddawano działaniu niskich temperatur różne ilości gąsienic kuprówki. Otrzymane rezultaty nie wyka-

zały jednak zasadniczej różnicy w wytrzymałości. Zarówno przy dużych (300), jak małych (1—10) ilościach gąsienic w próbkach ilość martwych osobników w danej temperaturze była niemal identyczna. Być może należałoby ochronne działanie gniazda przypisywać nie skupieniu gąsienic, a właściwościom samego gniazda.

Kontrola temperatur przeprowadzona w ciągu zimy przy pomocy termopar i termometrów w gniazdach kuprówki, opuszczonych przez gąsienice i w gniazdach z gąsienicami, wykazała, że w tych ostatnich temperatury były wyższe. Na 117 pomiarów przeprowadzonych w lutym i na początku marca 1957 r., w 82 wypadkach temperatura w gniazdach z gąsienicami była wyższa, w 18 — równa, a w 17 wypadkach była niższa od temperatur w gniazdach bez gąsienic. Niektóre przykłady przeprowadzonych pomiarów przedstawione są w tabeli II.

Tabela II

Temperatura powietrza i temperatura w gniazdach kuprówki
Temperature of the air and temperature of brown-tailed moth's nests

Dnia Day	Godz. 800 Hour			godz. 1400 hour			godz. 2000 hour		
	t ₁	t ₂	t ₃	t ₁	t ₂	t ₃	t ₁	t ₂	t ₃
21-II-1957 r.	3,8	4,5	3,8	11,0	13,0	11,0	2,0	2,5	2,0
22-II-1957 r.	1,3	2,3	1,3	3,8	4,0	3,8	0,4	0,7	0,4
4-III-1957 r.	-4,6	-3,0	-3,0	4,7	7,0	4,7	2,3	2,5	2,3
5-III-1957 r.	1,0	1,7	1,0	10,2	12,2	10,5	-3,0	-3,0	-3,0
6-III-1957 r.	1,7	1,7	1,7	11,9	15,0	11,9	-3,6	-2,4	-3,2

t₁ — temp. powietrza — temp. of the air

t₂ — temp. gniazda z gąsienicami — temp. of the nest with caterpillars

t₃ — temp. gniazda bez gąsienic — temp. of the nest without caterpillars

Ciekawe jest również zagadnienie różnicy odporności na mróz u gąsienic diapauzujących, reaktywowanych (które wyszły z diapauzy, ale jeszcze nie przystąpiły do żeru) i u gąsienic żerujących. Gąsienice reaktywowane pojawiły się w roku 1957 w kwietniu i jak wynika z rysunku 1, ich odporność na niskie temperatury znacznie się zmniejszyła; wszystkie gąsienice ginęły już przy temperaturze -30° . Oprócz tego reaktywowane gąsienice temperaturę -7° wytrzymały tylko w przeciągu 21 dób, natomiast diapauzujące gąsienice przy takiej temperaturze nie ginęły prawie wcale. Gąsienice żerujące przy -7° ginęły wszystkie w czasie 48 godz. (fig. 2).

Z opisanych doświadczeń wynika, że 1) odporność kuprówki na mróz uwarunkowana jest w znacznej mierze dwoma niezależnymi od siebie procesami. Pierwszy związany jest z nastąpieniem diapauzy i charakteryzuje ogólny dla danego gatunku poziom odporności na mróz, drugi zaś rozwija się pod bezpośrednim wpływem działania niskich temperatur. Jest to proces zahartowywania się. Posiada on niewątpliwie wielkie znaczenie

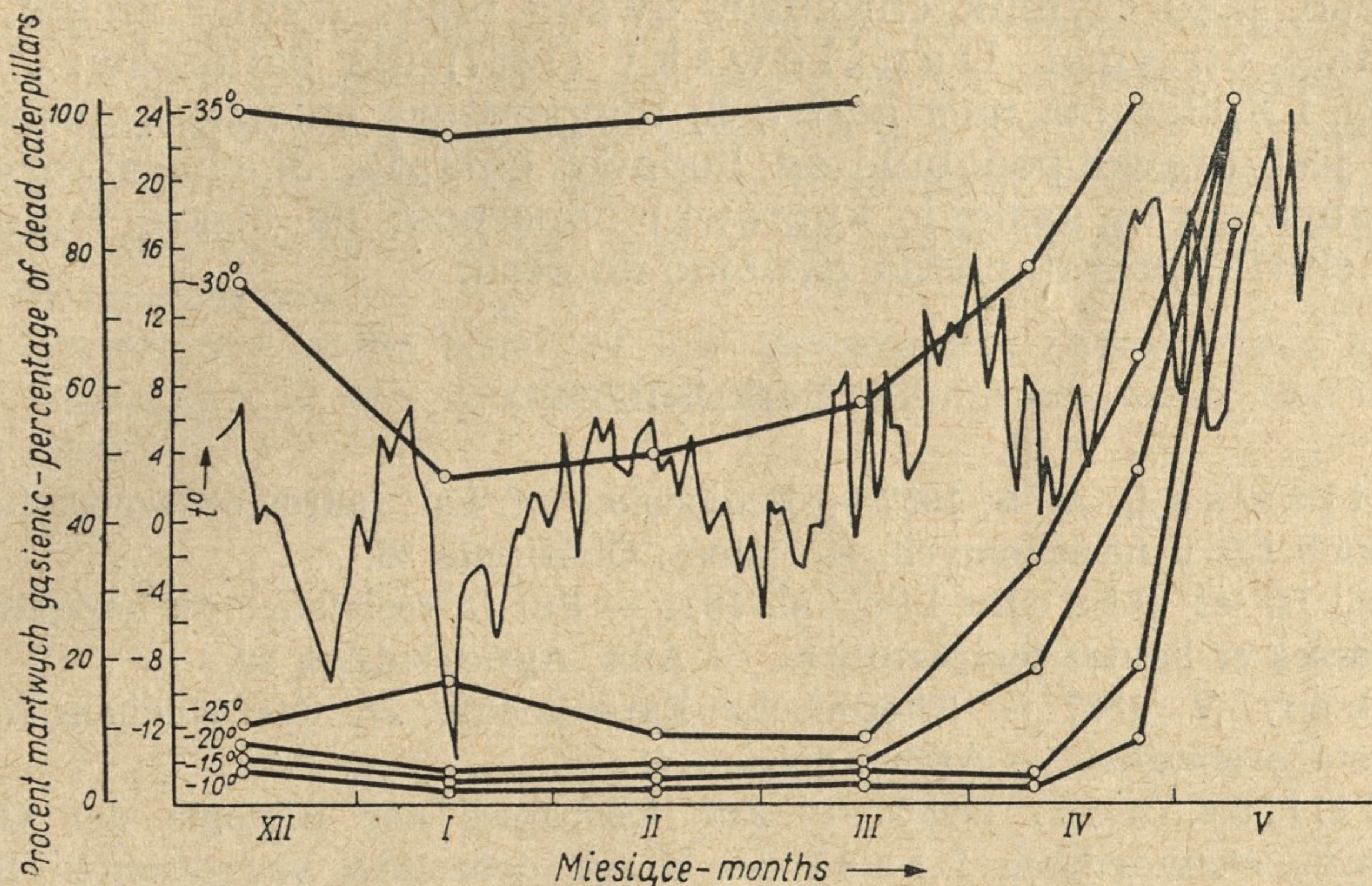


Fig. 1. Odporność *Euproctis chrysorrhoea* L. na działanie niskich temperatur
 Resistance of the *Euproctis chrysorrhoea* L. to the action of low temperatures
 o—o—o—o—o krzywe odporności gąsienic przy danej t°
 curve of resistance of the caterpillars at given degree of temperature
 ————— średnia dzienna t°
 daily average of degrees of temperature

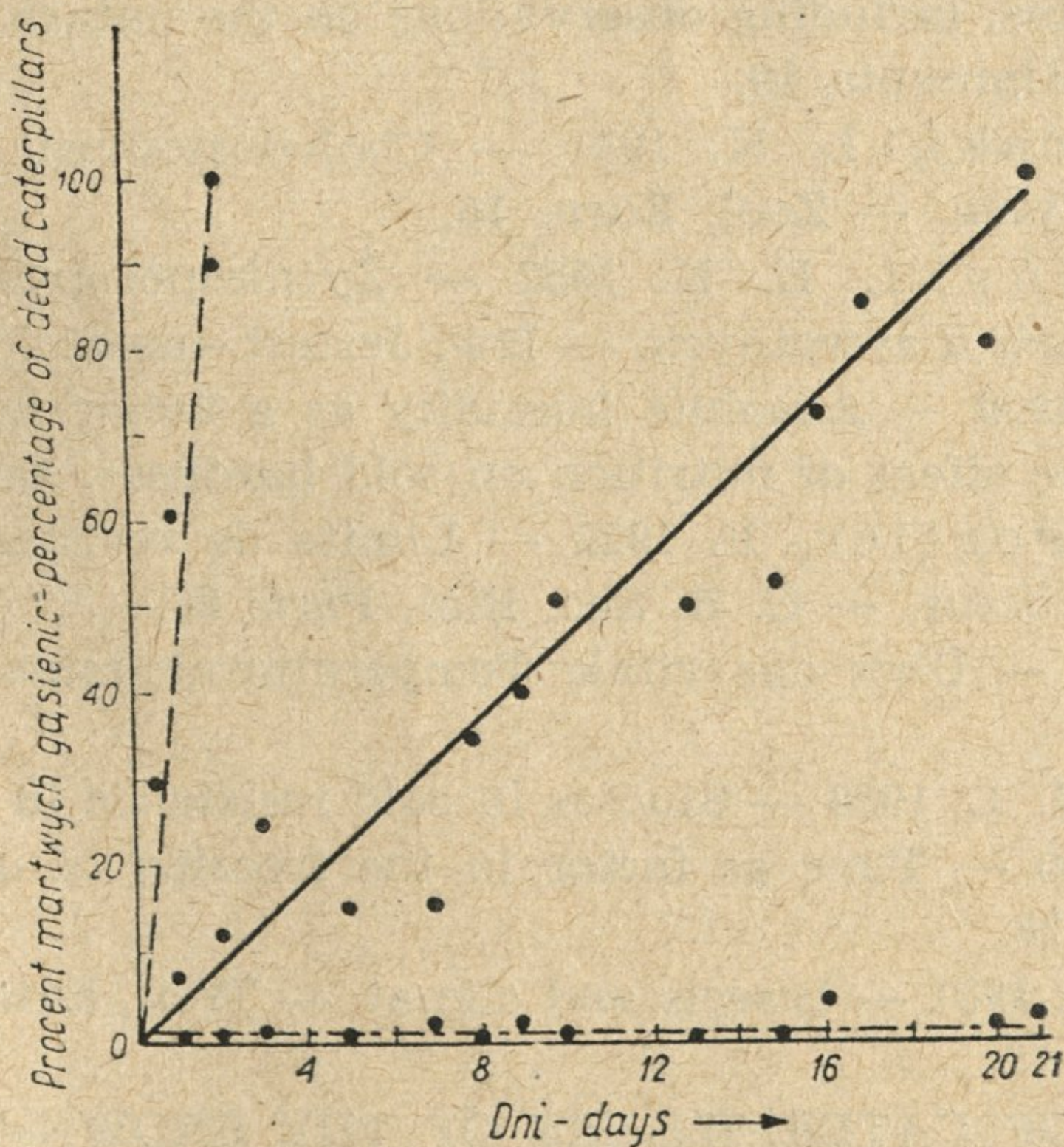


Fig. 2. Wytrzymałość gąsienic kuprówki na działanie temperatury -7°
 Resistance of brown-tailed moth caterpillars to the action of temperatures -7°C
 -v-v-v-v- gąsienice diapauzujące
 diapausing caterpillars
 ————— gąsienice reaktywowane
 reactivated caterpillars
 - - - - - gąsienice żerujące
 feeding caterpillars

ekologiczne, jako czynnik chroniący owady przed wymarzaniem. Podobne rezultaty otrzymał Danilewski (1957) dla gatunków: *Acronicta rumicis* L. i *Spilosoma menthastri*; 2) temperatura gniazda kuprówki uzależniona jest prawdopodobnie od budowy gniazda; 3) charakterystyczna dla diapauzujących gąsienic kuprówki odporność na niskie temperatury zanika z chwilą przystąpienia gąsienic do żeru.

PIŚMIENNICTWO

1. Danilewski, A. S. 1957 — Fotoperiodyzm kak faktor obrazowania geograficznych ras u nasiekomych. — Entom. Obozrenie 36.
2. Faes, H. et Stachelin, M. 1921 — Sur la resistance du hanneton adulte aux basses et hautes temperatures. — Ann. Agric. suisses 22.
3. Graber, V. 1887 — Thermische Experimente an das Kuchenschabe (*Periplaneta orientalis*). — Arch. Physiol. 41.
4. Grevillius, A. Y. 1905 — Zur Kenntniss der Biologie des Goldafters (*Euproctis chrysorrhoea* L.) und der durch denselben verursachten Beschädigungen. — Bot. Zbl. (Abt. 2) Beihefte, 18.
5. Gueylard, F. et Portier, P. 1916 — Recherches sur la resistance au froid de *Cossus* et *Carpocapsa*. — C. R. Soc. Biol. Paris 79.
6. Kozanczyk, J. W. 1950 — Nasiekomyje czeszujekryłyje. XII. Fauna SSSR. Seria 42. (Wełnianki — *Orgyidae*).
7. Knight, H. H. 1922 — Studies on the life-history and biology of *Perillus bioculatus* Fabricius, including observations on the nature of the color pattern. — Rep. State Ent. Minnesota 19.
8. Łozina-Łoziński, Ł. K. 1937 — Chołodostoičnost' i anabioz u gusienic kukuruznogo motylka. — Zool. Żurn. 16.
9. Łozina-Łoziński, Ł. K. 1952 — Żyźniesposobnost' i anabioz pry niskich temperaturach u żywotnych. — Izv. Jestest.-naucz. Instit. im. Lesgafta 23.
10. Payne, N. M. 1929 — Absolute humidity as a factor in insect cold hardness, with a note on the effect of nutrition on cold hardness. Ann. Ent. Soc. Amer. 22.
11. Duval, M. et Portier, P. 1922 — Limite de resistance au froid des chenilles de *Cossus cossus*. — C. R. Soc. Biol. Paris 86.
12. Rodel, H. 1886 — Über das vitale Temperaturminimum wirbelloser Tiere. — Z. Naturv. 59.
13. Sacharow, N. L. 1930 — Studies in cold resistance in insects. — Ecology 11.
14. Salt, R. W. 1950 — Time as factor in the freezing of undercooled insects. — Can. Journ. Res. 28.
15. Uvarov, B. P. 1931 — Insects and climat. — Tran. Entom. Soc. of London 79.

RESISTANCE OF CATERPILLARS OF THE BROWN-TAILED MOTH (*EUPROCTIS CHRYSORRHOEA* L.) TO LOW TEMPERATURES

Summary

The author analyses the variability of the resistance of hibernating caterpillars of *Euproctis chrysorrhoea* L. to the action of low temperatures during the period from december to may 1956/57. He establishes that:

1) The caterpillars of the brown-tailed moth have the greatest resistance to the action of low temperatures during the diapause, the critical temperature during this period being to a considerable degree dependent on the temperatures previously prevailing. It is in fact a hardening process, and is undoubtedly of great ecological importance as a factor protecting the insects from death by freezing.

2) The microtemperature in the nest of the brown-tailed moth is chiefly dependent on its structure.

3) The resistance to the action of low temperatures characteristic of the diapausing caterpillars of the brown-tailed moth disappears when the caterpillars begin to feed.