

Włodzimierz Wojtaś*, Marek Guzik*

Wpływ niskich temperatur na reaktywację jedwabnika morwowego *Bombyx mori* L.

Streszczenie

Badania nad reaktywacją jaj *Bombyx mori* (L.) wykonano na hybrydzie PS₅×SK₂ tego gatunku. Jaja te przetrzymywano w temperaturach: -5°C, 0°C, +3°C, +6°C, +10°C, +12,5°C i +15°C przez okres 60, 90, 125 i 160 dni, a następnie przenoszono do temperatury +20°C.

W wyniku przeprowadzonych badań stwierdzono, że:

1. Długotrwałe przetrzymywanie jaj w temperaturach 0°C i -5°C oraz +15°C powoduje całkowitą ich degradację.
2. Temperatuty +3°C, +6°C, +10°C, +12,5°C okazały się pod tym względem znacznie korzystniejsze.
3. Wydłużenie czasu przetrzymywania jaj w temperaturach +6°C, +10°C, +12,5°C powodowało skracanie ich inkubacji w temperaturze +20°C.
4. Najszybciej rozwijały się jaja przetrzymywane w temperaturach +6°C oraz +10°C przez okres 60 dni.

WSTĘP

Jedwabnik morwowy *mori* (L.), na równi z pszczołą miodną *Apis mellifica* (L.), jest hodowany przez człowieka od najdawniejszych czasów. Współcześnie hodowane rasy jedwabnika różnią się między sobą m.in. cyklorozwojowym, liczbą pokoleń w ciągu roku oraz cechami ekologicznymi. Tech-

* Zakład Zoologii Instytutu Biologii Wyższej Szkoły Pedagogicznej w Krakowie.

nologia hodowli jedwabnika we wszystkich stadiach rozwojowych jest obecnie dokładnie opracowana.

Stwierdzono, że diapauza we wszystkich stadiach embriogenezy wyróżnia się szczególną wytrzymałością na czynniki zewnętrzne (Michajłow 1950; Kowalew 1960). Dokładne badania dotyczące mechanizmów diapauzy embrionalnej prowadził Fukuda (1952, 1963) i Hasegawa (1963, 1964). Stwierdzono, że ten rodzaj diapauzy jest stymulowany przez hormon produkowany w zwoju podprzełykowym. Czynniki zewnętrznymi wywołującymi diapauzę jest temperatura i fotoperiod. Według danych Kogure (1933) jedwabnik charakteryzuje się reakcją fotoperiodyczną tzw. "dnia krótkiego", a zatem "długi dzień" stanowi warunki dogodne dla trwania diapauzy. Badacze interesowała również możliwość sztucznego przerywania diapauzy i skorelowania tego zjawiska z okresem występowania dobrych warunków pokarmowych.

Ciekawych danych na ten temat dostarczył Astaurov (1943) aktywizując jaja jedwabnika przez przetrzymywanie ich w podwyższonej temperaturze. Metoda ta do dziś jest stosowana w hodowli. Badano również możliwość aktywizacji jaj przy pomocy niskich temperatur (Moroga 1951). Obecnie badania koncentrują się m.in. nad określeniem warunków przerywania diapauzy przez obniżenie temperatury u różnych hodowanych ras jedwabnika, gdyż w warunkach naturalnych niewątpliwie takie temperatury odgrywają główną rolę. Dlatego też celem niniejszej pracy jest przebadanie wpływu niskich temperatur na jaja nowej krzyżówki ras jedwabnika $PS_5 \times SK_2$ oraz określenie optymalnej temperatury dla uzyskania maksymalnego wylęgu gąsienic.

METODYKA

Eksperymenty przeprowadzono na jajach hybrydy|B. mori (L.) rasy $PS_5 \times SK_2$. Rasę tę wyhodowano dla potrzeb przemysłu jedwabniczego w Instytucie Jedwabnictwa w Piatigorsku w ZSRR. Eksperymenty składały się z czterech serii, które różniły się od siebie czasem przetrzymywania jaj w obniżonych temperaturach. Czas ten wynosił dla serii A - 60 dni, B - 90 dni, C - 125 dni, D - 160 dni. W każdej serii jaja były poddawane działaniu temperatury: $-5^{\circ}C$, $0^{\circ}C$, $+3^{\circ}C$, $+6^{\circ}C$, $+10^{\circ}C$, $+12,5^{\circ}C$ i $+15^{\circ}C$, a następnie

przenoszone do temperatury $+20^{\circ}\text{C}$. Przed przystąpieniem do eksperymentu jaja pozostawały przez 30 dni w temperaturze pokojowej, celem stwierdzenia występowania diapauzy. Po tym okresie jaja poddawane były działaniu temperatury -5°C i 0°C umieszczano je w zupełnej ciemności w chłodziarkach typu "Gronland" (prod. NRD). Jaja przetrzymywane w temperaturze $+3^{\circ}\text{C}$, $+6^{\circ}\text{C}$, $+10^{\circ}\text{C}$, $+12,5^{\circ}\text{C}$ i $+15^{\circ}\text{C}$ były umieszczone w komorach z regulowanym przepływem powietrza o stałej temperaturze. Metodę tę zastosowano za Braunem i Goryszynem (1978). W każdym eksperymencie przeprowadzono badania na ok. 100 jajach. Notowano czas, po którym gąsienice opuszczały jaja, liczebność wylęgających się gąsienic oraz ich śmiertelność. Do opracowania danych zastosowano metody statystyczne podane przez Merkuriewą (1970) oraz Wasilewą i Dołgopolską (1973). Określono średnią arytmetyczną dla długości rozwoju jaj w temperaturze $+20^{\circ}\text{C}$ i odchylenie standardowe, współczynnik zmienności i błąd średniej arytmetycznej. Na podstawie uzyskanych danych skonstruowano tabelę i wykres.

WYNIKI BADAŃ

W serii A jaja po 2 miesiącach diapauzy i po przeniesieniu do temperatury $+20^{\circ}\text{C}$ tylko w pewnej części uzyskiwały zdolność dalszego rozwoju. Najszybciej wylęgały się gąsienice z jaj przetrzymywanych w temperaturze $+3^{\circ}\text{C}$, $+6^{\circ}\text{C}$, $+10^{\circ}\text{C}$, tzn. że te temperatury okazały się najbardziej efektywne, jeśli chodzi o ich stymulujące działanie. Pierwsze gąsienice wylęgały się z tych jaj po 29-31 dniach, a po 38-44 dniach wylęgało się już 75-82% gąsienic (tab. 1, wyk. 1). Jaja przetrzymywane w pozostałych temperaturach potrzebowały znacznie dłuższego czasu do momentu wylęgu gąsienic. Wylęg gąsienic był bardzo rozciągnięty w czasie. Z jaj przetrzymywanych w temperaturze $+12,5^{\circ}\text{C}$ i $+15^{\circ}\text{C}$ pierwsze gąsienice wylęgały się po 40 dniach, a ostatnie po trzech miesiącach. Zdolność do rozwoju uzyskało około 73 do 95% jaj (tab. 1 i wyk. 1).

Najbardziej niekorzystne działanie wywierały na jaja temperatury -5°C , i 0°C . Jaja diapauzujące w temperaturze -5°C rozwijały się aż 75 dni i wylęgało się z nich zaledwie 22% gąsienic. Z jaj przetrzymywanych w tempera-

Tabela 1

Wpływ różnych warunków reaktywacji przy pomocy niskich temperatur na późniejszy rozwój jaj jedwabnika morowego *Bombyx mori* (L.) przy inkubacji w +20°C

Wylęg gąsienic									
temperatura	długość hibernacji	liczba jaj użytych do dośw.	liczba jaj	%	średnia długość rozwoju jaj	- SD	współczynnik zmienności	śmiertelność w %	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	
-5°C	62	100	22	22	87,68	14,92	17,0	78	
	90	100	6	6	71,0	25,29	35,6	94	
	125	100	1	1	47,0	-	-	99	
	160	100	0	0	-	-	-	100	
0°C	60	100	76	76	68,52	12,65	18,4	24	
	90	100	50	50	74,64	14,22	28,44	50	
	125	100	15	15	45,8	2,88	62,88	85	
	160	100	0	0	-	-	-	100	
+3°C	60	100	91	91	38,56	1,21	0,31	9	
	90	92	84	91,31	16,89	0,81	1,0	8	
	125	100	86	86	19,0	2,85	15,0	14	
	160	101	101	100	21,32	1,39	59,9	0	

1	2	3	4	5	6	7	8	9
+6°C	60	100	96	96	41,60	1,20	2,8	4
	90	87	78	89,65	12,66	2,07	2,65	9
	125	100	85	85	19,22	3,86	20,0	15
	160	100	100	100	23,2	1,39	6,74	0
+10°C	60	99	96	96,96	41,73	12,22	29,2	3
	90	100	85	85	18,88	4,69	5,17	15
	125	93	93	100	12,45	0,4	3,21	0
	160	100	49	49	8,16	1,78	21,81	51
+12,5°C	60	88	84	95,45	57,0	6,13	10,7	4
	90	95	88	92,63	16,40	4,67	5,3	5
	125	100	98	98	15,36	3,4	22,13	2
	160	100	100	100	9,87	1,56	15,8	0
+15°C	60	100	73	73	93,38	9,18	9,83	27
	90	100	62	62	40,48	15,87	25,59	38
	125	100	89	89	14,74	8,51	57,73	11
	160	100	14	14	8,78	2,93	33,37	86

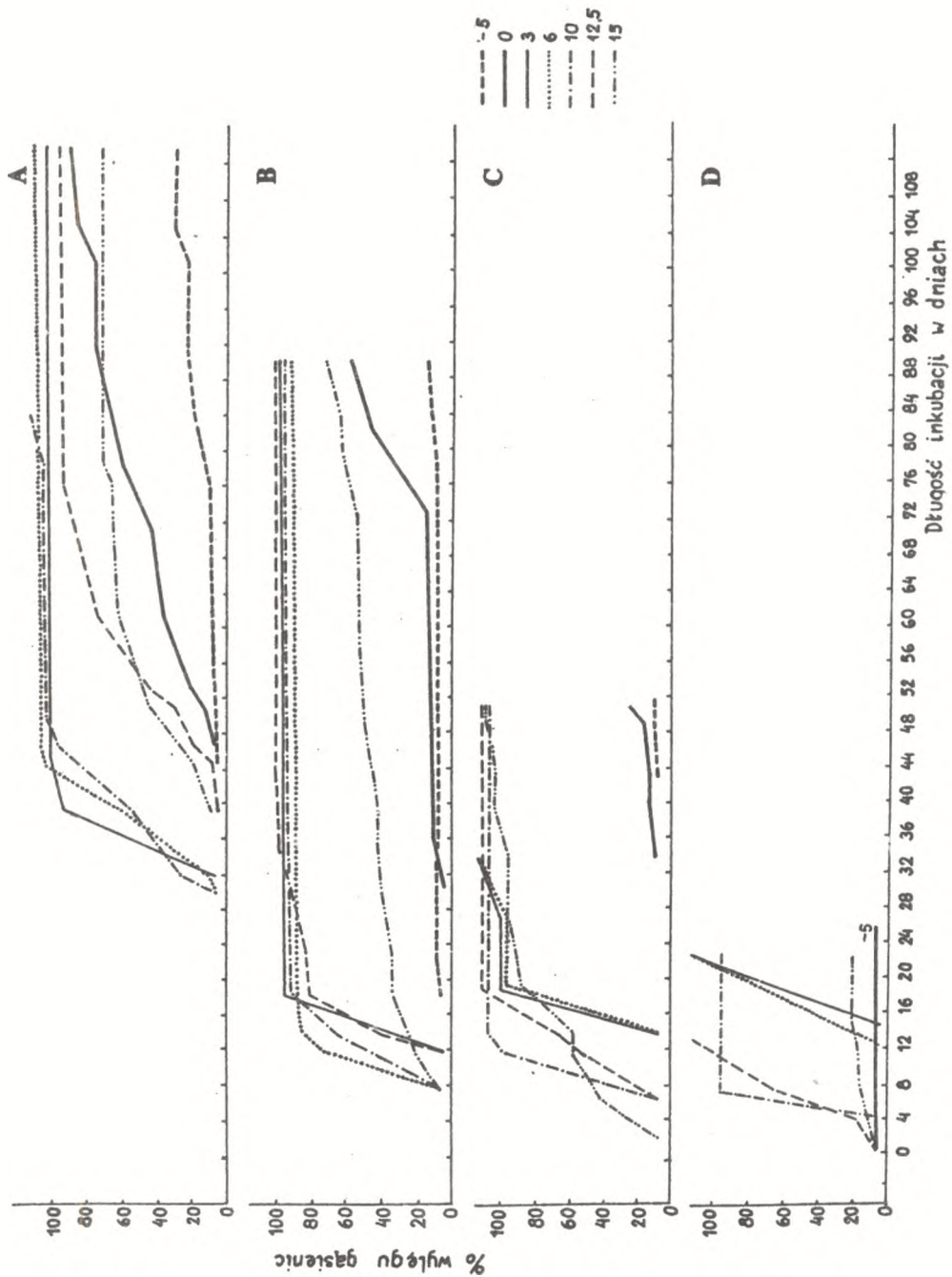
turze 0°C gąsienice wylęły się po ponad dwóch miesiącach i opuściły one 76% jaj (tab. 1, wyk. A).

W serii B (90 dni przetrzymywania jaj w obniżonych temperaturach), podobnie jak w serii A, jaja przeniesione do temperatury +20°C tylko częściowo uzyskiwały zdolność do dalszego rozwoju. Generalnie daje się zauważyć wcześniejszy wylęg gąsienic w odniesieniu do wszystkich zastosowanych temperatur hibernacji. Również i w tej serii najbardziej efektywne okazały się temperatury +3°C, +6°C, +10°C, a także temperatura +12,5°C. Najwcześniej, bo już po 8 dniach wylęły się pierwsze gąsienice z jaj przetrzymywanych w temperaturach +6°C i +10°C, a po 16 dniach wylęły się gąsienice z 85-90% jaj (tab. 1, wyk. B).

Z jaj przetrzymywanych w temperaturze +3°C i +12,5°C pierwsze gąsienice wylęły się po 12 dniach przetrzymywania w temperaturze +20°C. Po 16 dniach z jaj wylęgło się 91-93% gąsienic. Najbardziej efektywna w tej serii okazała się temperatura +12,5°C, przy której uzyskano najwyższy procent wylęgu gąsienic (tab. 1, wyk. B). Najmniej efektywne, podobnie jak w serii A, okazały się temperatury -5°C i 0°C. Z jaj przetrzymywanych w temperaturze -5°C pierwsze gąsienice wylęły się po 76 dniach i było ich zaledwie 6%. Z jaj przetrzymywanych w temperaturze 0°C pierwsze gąsienice wylęły się po 75 dniach i rozwinęło się 50% jaj (tab. 1, wyk. B).

Nieco inaczej przebiegał rozwój jaj przetrzymywanych w temperaturze +15°C. Pierwsze gąsienice pojawiły się po 8 dniach, lecz wylęg gąsienic był rozciągnięty w czasie. Ostatnie gąsienice wylęły się po 88 dniach. Ogółem wylęgło się ich 62% (tab. 1, wyk. I B).

W serii C (125 dni przetrzymywania w obniżonych temperaturach) jaja przeniesione do temperatury +20°C reagowały w dwojaki sposób. Przetrzymywane w temperaturach dodatnich bardzo szybko ponowiły rozwój i ze znacznej ich liczby w krótkim czasie rozwinęły się gąsienice. Natomiast jaja przetrzymywane w temperaturze -5°C i 0°C podjęły rozwój znacznie później i gąsienice wylęły się tylko z niewielkiej ich liczby. (Przy temperaturze -5°C - 1% przy temperaturze 0°C - 15% jaj). Najwcześniej, bo już po trzech dniach, wylęły się pierwsze gąsienice z jaj diapauzujących w temperaturze +15°C.



Wykr. 1. Dynamika wylęgu gąsienic przy temperaturze $+20^{\circ}\text{C}$

Rozwój jaj był jednak rozciągnięty w czasie i trwał przez 50 dni. Gąsienice wylęły się z 89% jaj i była to najwyższa liczba wylęgu z jaj przetrzymywanych w temperaturze $+15^{\circ}\text{C}$. Jako następne wylęły się gąsienice z jaj przetrzymywanych w temperaturze $+10^{\circ}\text{C}$ i $+12,5^{\circ}\text{C}$. Pierwsze gąsienice z tych jaj pojawiły się po 7 dniach. Jaja przetrzymywane w temperaturze $+12,5^{\circ}\text{C}$ rozwijały się szybciej i już po 15 dniach rozwinęło się ich 98% (tab. 1, wyk. I C). Jaja z temperatury $+10^{\circ}\text{C}$ rozwijały się wolniej, ale po 19 dniach gąsienice opuściły 100% jaj użytych do eksperymentu. Jaja przetrzymywane w temperaturze $+3^{\circ}\text{C}$ i $+6^{\circ}\text{C}$ rozwijały się przez 14 dni i ich rozwój był rozciągnięty w czasie, bowiem ostatnie gąsienice opuściły jaja po 34 dniach. Generalnie gąsienice opuściły 85-86% jaj (tab. 1, wyk. I C).

W serii D (160 dni przetrzymywania jaj w obniżonej temperaturze), podobnie jak w serii C, zaobserwowano dwa różne sposoby reakcji jaj na przeniesienie ich do temperatury $+20^{\circ}\text{C}$. Jaja przetrzymywane w temperaturach $+3^{\circ}\text{C}$, $+6^{\circ}\text{C}$, $+10^{\circ}\text{C}$, $+12,5^{\circ}\text{C}$ i $+15^{\circ}\text{C}$ rozwijały się bardzo szybko, lecz występowało wyraźne zróżnicowanie liczby rozwijających się jaj. Najwcześniej pojawiły się gąsienice z jaj przetrzymywanych w temperaturze $+12,5^{\circ}\text{C}$ i już po dwóch dniach z tych jaj wylęło się 100% gąsienic. Również po dwóch dniach wylęły się pierwsze gąsienice z jaj odbywających diapauzę w temperaturze $+15^{\circ}\text{C}$, lecz rozwinęło się tylko 14% tych jaj. Po 6 dniach z jaj przetrzymywanych w temperaturze $+10^{\circ}\text{C}$ wylęło się 49% gąsienic. Natomiast z jaj przetrzymywanych w temperaturze $+6^{\circ}\text{C}$ i $+3^{\circ}\text{C}$ pierwsze gąsienice wylęgały się odpowiednio po 13 i 15 dniach a więc w krótkim czasie i było ich aż 100%. Jaja przetrzymywane w temperaturze -5°C i 0°C nie podjęły rozwoju (tab. 1, wyk. I D).

OMÓWIENIE WYNIKÓW

Analizując uzyskane dane można zauważyć kilka prawidłowości. Zwraca uwagę fakt różnic w zachowaniu się jaj przetrzymywanych w odmiennych temperaturach w czasie ich diapauzy.

Generalnie rzecz biorąc, jaja diapauzujące w temperaturze -5°C i 0°C wykazywały mniejszą zdolność do dalszego rozwoju niż jaja przetrzymywane

w temperaturach dodatnich. Liczba jaj niezdolnych do rozwoju wzrastała wraz z długością ich przetrzymywania w temperaturach -5°C i 0°C . Należy jednak zaznaczyć, że temperatura 0°C działająca przez krótki okres (60 dni) wywiera mniej ujemny wpływ na jaja niż temperatura -5°C .

Po dwumiesięcznej diapauzie w temperaturze 0°C rozwinęło się 76% jaj, a w temperaturze -5°C tylko 22%. Podobną zależność zaobserwowano podczas przetrzymywania jaj w temperaturze $+15^{\circ}\text{C}$. Wraz z wydłużeniem czasu działania tej temperatury na jaja malała liczba wylęgających się gąsienic. Wyraźny wzrost liczby wylęgających się gąsienic po 4 miesiącach przetrzymywania jaj w tej temperaturze jest zapewne przypadkowy i nie wpływa na ogólną widoczną prawidłowość.

Odmienne wpływy na liczbę rozwijających się jaj miały pozostałe temperatury użyte w eksperymencie. Ogólnie można stwierdzić, że wraz z wydłużeniem czasu przetrzymywania jaj w tych temperaturach wzrasta liczba wylęgających się gąsienic aż do osiągnięcia 100%.

Niewielkie różnice w liczbie wylęgających się gąsienic przy różnych czasach długości diapauzy w danych temperaturach są przypadkowe i zależą zapewne od indywidualnych właściwości jaj.

Następną prawidłowością jest skracanie czasu inkubacji jaj (od momentu przeniesienia jaj do temperatury $+20^{\circ}\text{C}$ do momentu wylęgu gąsienic) wraz ze wzrostem długości diapauzy. Różnice sięgają tutaj prawie 30 dni, gdyż po diapauzie trwającej 2 miesiące pierwsza gąsienica wylęła się po 29 dniach, a po diapauzie 5-miesięcznej wylęg nastąpił już po 2 dniach inkubacji. Najwcześniej, właśnie po 2 dniach, pojawiły się gąsienice z jaj przetrzymywanych w temperaturze $+12,5^{\circ}\text{C}$ i $+15^{\circ}\text{C}$ oraz po 6 dniach z jaj diapauzujących w temperaturze $+10^{\circ}\text{C}$.

Niewątpliwie miał no to wpływ fakt, że wyżej wymienione temperatury znajdują się powyżej tzw. "progu rozwoju". Rozwój tych jaj rozpoczął się zapewne już wcześniej, w czasie przetrzymywania ich w wyżej wymienionych temperaturach. Świadczy to o niezależnym od czynników zewnętrznych mechanizmie regulującym diapauzę. Danych na ten temat dostarczyły badania Fukudy (1952, 1963) i Hasegawy (1963, 1964). Udowodniono, że diapauza embrionalna jest kontrolowana hormonalnie przez hormon produkowany w zwoju podprzełykowym samic.

Z przeprowadzonych badań wynika, że najbardziej korzystne dla diapauzy jaj *Bombyx mori* (L.) rasy PS₅ x SK₂ są temperatury +6°C i +10°C działające przez okres 60 i 90 dni.

Podobne wyniki dla jaj gatunku nominalnego *Bombyx mori* (L.) uzyskał Muroga (1951), jednakże w naszych doświadczeniach otrzymano znacznie większą liczbę wylęgających się gąsienic. Może być to związane z różnicami genetycznymi badanej rasy.

Literatura

- Astaurow B. Ł., 1943. Termoaktywacja kak jawlenije i sposob ustranienia embrionalnoj diapauzy. *Ż obszcz. bioł.* t IV No 6.
- Braun B. A., Goryszyn N., 1978. Klimatizirowanyje kamery s programirowaniem fotoperioda i temperaturnych ritmow dla ekologiczieskich issledowanij. *Wiestnik LGU*, No 3, s. 26-34.
- Fukuda S., 1952. Function of the pupal brain and suboesophageal ganglion in the production of non-diapause and eggs in the silkwarm. *Ann. zool. Jap.*, No 25, p. 149-155.
- Fukuda S., 1963. Determinisme hormonal de la diapause cher le ver a soie. *Bull. Soc. Zoll. Fr.* No 88, p. 151-179.
- Hasegawa K., 1963. Studies on the mode of action of the diapause hormone in the silkwarm *Bombyx mori* (L.). The action of diapause hormone injected into pupae of diferent ages. *J. Exp. Biol.*, No 40, p. 517-529.
- Hasegawa K., 1964. Content of diapause hormone in the suboesophageal ganglion. *J. Exp. Biol.*, No 41, p. 855-863.
- Kowalew P. A., 1960. Plemennoje deło w szezłkowodstwe. M., IZD. Celhozliteratura, 248 s.
- Kogure M., 1933. The influence of light and temperature on cartain characters of the silkwarm. *J. Dept. Agc. Kynshu Univ.* No 4, p. 1-93.
- Merkuriewa E. K., 1970. Biometria w selekcji i genetike selskohozjajstwennych żywotnych. M. Izd. Kołos, 423 s.
- Michajłow E. H., 1950, *Szezłkowodstwo*, Izd. Celhozliteratura 496 s.

Muroga H., 1951. On the consumption of inhibitory substance in silkworm eggs. J. seric. sci. Japan, v. 20 p. 92.

Wasiliew C. B., Dołgopolska H. L., 1973. Kwantilnyje diagramy i ich ispolzowanie dla charakteristiki osobennostej dinamiki czislennosti ziwotnyh. Tr. Wses. Zaszczity rastenij (WIZR), wyp. 39, s. 107-119.

THE INFLUENCE OF LOW TEMPERATURES ON THE REACTIVATION OF THE SILKWORM-MOTH BOMBYX MORI (L.)

Summary

Studies on the reactivation of eggs in the silkworm-moth *Bombyx mori* (L.) were conducted on the PS₅ x SK₂ hybrid of this species. The eggs were kept at the temperatures of -5°C, 0°C, +3°C, +6°C, +10°C, +12,5°C, and +15°C for 60, 90, 125, and 160 days. next, the eggs were incubated at 20°C.

As a result of these studies it has been found that:

1. Long-lasting keeping of eggs as -5°C, 0°C, and +15°C results in their complete degradation.

2. Temperatures of +3°C, +6°C, +10°C, and +12,5°C are much more favourable in this respect.

3. Prolongation of the time of keeping eggs at +6°C, +10°C, and +12,5°C makes shorter their incubation at 20°C.

4. Eggs kept at +6°C and +10°C for 60 days develop most quickly.

Влодзимеж Войтась, Марек Гузик

Влияние низких температур на реактивацию тутого шелкопряда *Bombyx mori* (L.)

Резюме

Исследования над реактивацией грены тутого шелкопряда *Bombyx mori* (L.) были выполнены на гибриде PS₅ x SK₂ этого

вида. Грена помещалась в разные пониженные температуры: -5°C , 0°C , $+3^{\circ}\text{C}$, $+6^{\circ}\text{C}$, $+10^{\circ}\text{C}$, $+12,5^{\circ}\text{C}$, $+15^{\circ}\text{C}$ и выдерживались в этих режимах в сроки: 60, 90, 125 и 160 дней, потом материал перемещался для инкубации в температуру 20°C . В итоге проведенных экспериментов было отмечено:

1. Длительное выдерживание грены в температурах 0°C и -5°C , а также $+15^{\circ}\text{C}$ вызывало их полную деградацию.

2. Температуры $+3^{\circ}\text{C}$, $+6^{\circ}\text{C}$, $+10^{\circ}\text{C}$, $+12,5^{\circ}\text{C}$ в этом смысле более благополучны.

3. Продление периода выдерживания грены в температурах: $+6^{\circ}\text{C}$, $+10^{\circ}\text{C}$, $+12,5^{\circ}\text{C}$ вызывало сокращение их инкубации в температуре $+20^{\circ}\text{C}$.

4. Быстрее всего развивалась грена, которая выдерживалась в температурах $+6^{\circ}\text{C}$, а также $+10^{\circ}\text{C}$ в период 60 дней.