



# HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	イラガ越冬前蛹のグリセリン IV : グリセリンの生成に対する温度の影響と休眠との関係
Author(s)	竹原, 一郎; TAKEHARA, Ichiro
Citation	低温科学. 生物篇, 22, 71-78
Issue Date	1964-10-20
Doc URL	<a href="https://hdl.handle.net/2115/17682">https://hdl.handle.net/2115/17682</a>
Type	departmental bulletin paper
File Information	22_p71-78.pdf



## イラガ越冬前蛹のグリセリン IV\*

グリセリンの生成に対する温度の影響と休眠との関係

竹原一郎

(低温科学研究所 生物学部門)

(昭和39年7月受理)

### I.

今までに得られた結果で<sup>1,2)</sup>、イラガ越冬前蛹のグリセリン生成の為には、10°C前後が至適温度であること、20°C及び0°Cでは殆んどグリセリンが生成されないこと\*\*が明らかとなった。今回の実験ではグリセリン生成のこれら温度に対する依存性を更に確かめる為、適当な時期に、環境温度を種々変えることによって、それがグリセリンの生成にどのように影響するかを調べてみた。又前報<sup>3)</sup>で、休眠終了の過程はグリセリンの生成と関係が無いことを報告したが、そのときの結果では測定されたグリセリン量の間の振れも大きく、対照との間にもかなりの開きがあったので再び確かめてみた。

### II.

イラガの採集、飼育及びグリセリンの定量法はすべて今までと同様である。マユは8月末より適宜採集して、実験室に置き、9月14日より20°Cの恒温に移した。又10月初めに、まとめて採集したマユは10月7日に20°Cの恒温に入れた。特に確かめてはいないが、これらの間にグリセリン生成に関して本質的な差は無さそうである。20°Cにおいたイラガ前蛹は11月初めから実験に用いた。

結紮は特に注意して絹糸で胸部と腹部の間をかたく縛った。このように結紮した前蛹のグリセリンを定量する場合、前回は1個体をそのまま用いたが、今回は頭胸部を除去して、遊離腹部のみについて行なった。

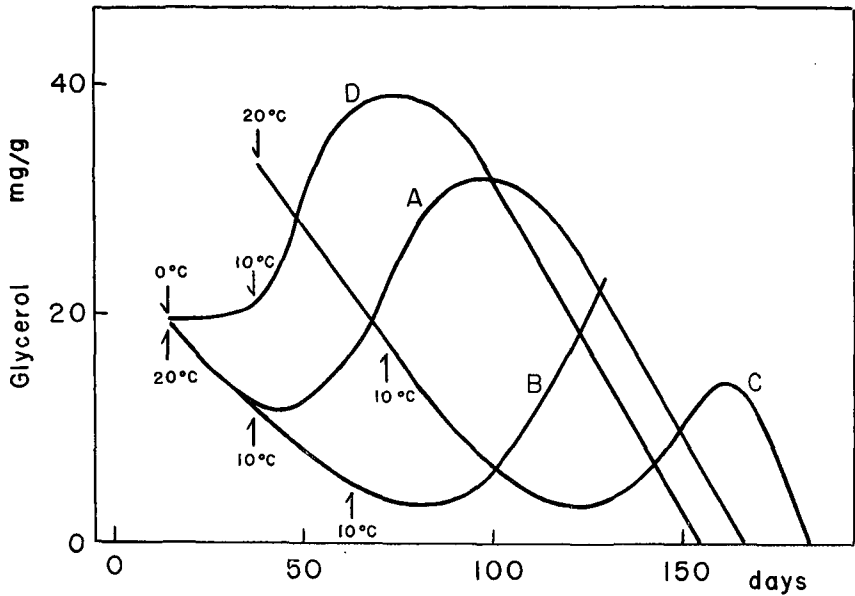
### III.

#### 1. 温度を10°→20°→10°Cと変えた時のグリセリンの動き

第1図、曲線Aに示すように、10°Cの恒温に2週間おいて、或る程度のグリセリンを生じたイラガ前蛹を20°Cの恒温に移すと、グリセリンの消失が始まる。20°Cに3週間おいた後で、前蛹を再び10°Cに戻すと、グリセリンは又増加し始め maximum を経て、10°Cに戻してから

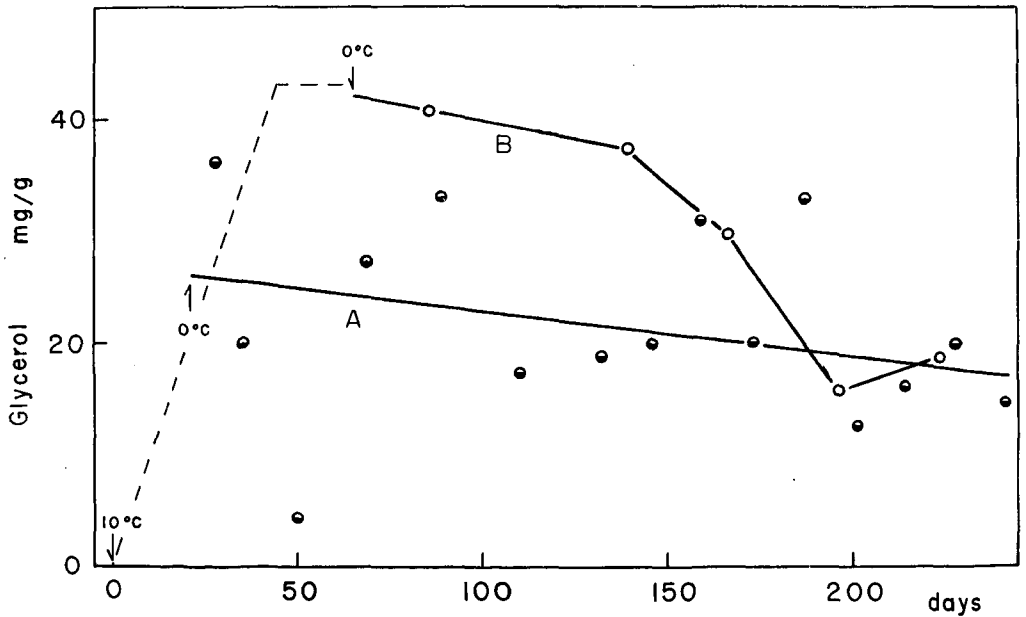
\* 北海道大学低温科学研究所業績 第682号

\*\* 昨年9月から20°Cにおいたイラガ前蛹で、本年2月初め約8 mg/grのグリセリンを持ったものが1例見付かった(丹野による)。



第 1 図 最初 10°C においた前蛹の温度変化とグリセリンの増減

縦軸は生体重 g 当りのグリセリンの mg 数。横軸は温度処理日数。0 日は最初 10°C においた日を示す。矢印と温度は、そこでその温度に移したことを示す。曲線 A, B, C, D については本文参照。



第 2 図 0°C におけるグリセリンの変化

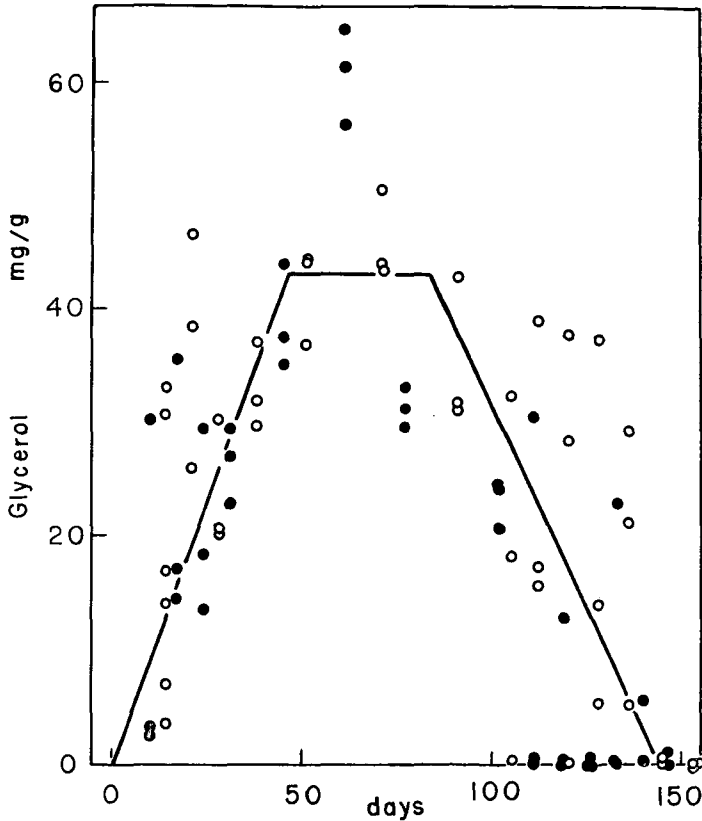
A: 10°C に 21 日おいた後で 0°C に移したもの。  
B: 10°C に 68 日おいた後で 0°C に移したもの。  
各点は 3 個体の平均値を示す。そのほかは第 1 図に同じ。

約 130 日で消失してしまう。これは対照 (約 150 日) に比べ約 3 週間おくらせている。次に、上の前蛹と同様 10°C に 2 週間おき、それから 20°C に移して上記のものより更に長く 7 週間おいた後で、再び 10°C に戻した場合のグリセリンの増減の様子を第 1 図、曲線 B に示した。20°C に 3 週間おいてから 10°C に戻した時 (曲線 A) は、グリセリンの増加が約 15 日後に始まったのに、7 週間 20°C においた前蛹では約 25 日後にグリセリンが増加し始めた。なおこの場合のグリセリンの最高値及びその消失の時期については、この条件においた前蛹の数が少なく調べられなかった。

次いで、最初の 10°C にもっと長く 38 日間おいて、グリセリン量が最高に近い値に達してから 20°C に移し、再び 10°C に戻した時のグリセリンの様子をみた。第 1 図、曲線 C から明らかなように、5 週間 20°C においてから 10°C に戻しても、なかなかグリセリンの増加は始まり、約 50~60 日後初めて増加し始めた。しかしその後間もなく消失してしまった。この消失の時期は対照のそれ (約 150 日) より約 40 日遅れている。

## 2. 温度を 10°→0°→10°C と変えた時のグリセリンの動き

10°C に 2 週間おいて或る程度のグリセリンが生成された時、その前蛹を 0°C に移し、3 週



第 3 図 10°C における結紮前蛹のグリセリン

●: 結紮前蛹, ○: 対照。その他は第 1 図に同じ。

間後再び 10°C に戻した時のグリセリンの増減の様子を第 1 図、曲線 D に示した。これから明らかのように、0°C に移すと直ちにグリセリンの生成は止ってしまうが、10°C に戻すと又その生成が始まる。20°C から 10°C に戻した時にはグリセリンが増加し始めるまでに相当の日数を要したが、この場合にはそれが直ちに始まるように見える。又グリセリンの最高値は、温度を 10°→20°→10°C と変えた場合と違って、対照のそれと殆んど同じ値にまで達する。又グリセリンの消失する時期も対照 (約 150 日) と比べ僅か遅れる程度で殆んど変わらない。

### 3. 温度を 10°→0°C と変えた時のグリセリンの動き

次に 10°C から 0°C の恒温に移して長期間おいた前蛹のグリセリンは、どのような変化をするか調べた。最初 10°C に 3 週間おいてグリセリンが或る程度増加した後、0°C に移した時、第 2 図、A に示したように、個々の測定値は非常に大きく変動するが全体としてみれば、7 カ月にわたって徐々に減少して行くように見える。一方、10°C に約 9 週間おいて、グリセリンが最高値に達してしまってから 0°C に移した前蛹では、初めの約 3 カ月の間は緩やかに、その後はやや急速にグリセリンは減少して行く (第 2 図、B)。

### 4. 10°C におかれた結紮前蛹のグリセリンの動き

11 月から 4 月初めまでの期間、結紮前蛹の、10°C の恒温におけるグリセリンの増減の様子を、対照の結紮していない前蛹と平行して調べた。第 3 図に示すように、結紮前蛹のグリセリンの増減は、対照のそれと殆んど変化がなかった。

## IV.

Dubach et al.<sup>4)</sup> はアリ *Camponotus pennsylvanicus* の成虫で、0°~5°C ではグリセリンの生成が、20°~25°C では消失がその温度に応じて繰り返り起ることを見ている。又 Sømme<sup>5)</sup> はキクイ虫 *Dendroctonus monticolae* の幼虫で、0°C と 5°C でグリセリンの消失が、-5°C で生成が、それぞれ温度を変えることによって、可逆的に起ることを見ている。イラガ越冬前蛹でも、その体内のグリセリンは、0°C、10°C、20°C の 3 つの温度に移されると、それに対応して増減することが明らかになった。即ち、10°C から 20°C に前蛹を移すとそれまでに生じたグリセリンは減少し、再び 10°C に戻すとグリセリンは増加する。一方、10°C から 0°C に移すと、グリセリンの生成は停止するが、10°C に戻すと又出来始める。これらの結果で興味あるのは、0°C から 10°C に戻した時グリセリンの生成は直ちに始まるのに、20°C から 10°C に戻した時にはグリセリンが出来始めるまでに或る程度の時間が必要に見える点である。これから見れば、0°C ではグリセリンの生成が単に一時止められていて、グリセリン生成の最適温度に戻しさえすれば、何時でも直ちにそれが出来始め得る状態にある。しかし 20°C では、10°C に戻しても直ちにグリセリン生成を始めることが出来ない何らかの変化が起っているように思われる。しかも、その変化は 20°C におかれる時間が長い程、10°C でのグリセリン生成が始まるのに時間がかかるように見え、又 10°C におかれて或る程度グリセリンが出来てから 20°C に移された場合に著しい現象のようである。何故なら、少なくとも今年の実験に用いたイラガ前蛹では、採集してから約 4 カ月、或いは 6 カ月 20°C におかれたものでも、その期間に関係なく、10°C に

移されると、何れの場合も 20 日後にはグリセリンが出来始めた。そして第 1 図で示したように 20°C におかれた期間によって、10°C でグリセリンの出来始める時期がのびるようなことが無いからである。温度を 10°→0°→10°C と変えた時起る現象は、グリセリン生成反応の活性が温度によって変化したと考えれば説明出来そうであるが、10°→20°→10°C の場合にはそれでは説明し難く、酵素系の変動のような大きな変化を考えねばならないように思われる。10°C から 20°C に前蛹を移した時、グリセリンは直ちに減少し始めるから、第 2 報<sup>9)</sup> で明らかにしたように、休眠終了と関係なくグリセリンを減少させる系は常に存在し、10°C より 20°C でその活性は増大するのであろう。しかし 10°C に戻してもグリセリンの生成は直ちに起らないのであるから、消失系の活性の変化よりはむしろグリセリン生成系の方が、20°C に移されると、その活性の著しい低下或いは停止といった変化を受けたと考えられる。第 1 図に示された結果で興味あるもう一つの点は、イラガ前蛹の 10°C で生成する全グリセリン量は、途中で一時 20°C に移されても、一定のように見えることである。即ち、ずっと 10°C の恒温におかれた対照の前蛹では、約 40 mg/gr 前後のグリセリンを生成する。一方、曲線 A に示すように、20°C に移して一度生成されたグリセリンの中約 10 mg/gr 消失してしまった前蛹では、10°C に戻した後でのグリセリンの最高値は、対照のそれより約 10 mg/gr 少ない値を示す。又、曲線 C に示すように、20°C で約 30 mg/gr のグリセリンを消失してしまったものでは、再び 10°C に戻した後でのその最高値は、対照に比べやはり約 30 mg/gr 少ない。これに対し、一度 0°C に移してから 10°C に戻した前蛹では、0°C でグリセリンの増減は殆んど無かったから、そのグリセリンの最高値は対照のそれと殆んど変わらない。この結果から、最初イラガ前蛹の体内にあったグリコーゲンはグリセリンに変わり得るが、一度 20°C に移されてその時あったグリセリンから再び生成されたグリコーゲンは、グリセリン生成の最適温度に戻されても、もはやグリセリンにはなり得ない何らかの機構が働いているように見える。もしグリコーゲンからグリセリンが生成される場合、或る factor のようなものが必要で、しかもそれが 40 mg/gr 前後のグリセリンを生成するに必要な量しか存在しないとすれば一応の説明はつきそうである。又グリセリン生成の場とグリセリンからグリコーゲンの生成の場が異なっていることも考えられる。しかし何れにしても今のところは想像の域を出ない。最後に、10°C におけるグリセリンの生成から消失までの期間も、途中一時 20°C におかれた期間に関係なく一定であるように見える。即ち、第 1 図、曲線 A では約 20 日、曲線 C では約 40 日 20°C におかれた期間だけ、グリセリンが消失してしまう時期が対照のそれよりおくられている。このような関係が常に成り立つとすれば、グリセリンが生成されそして消失してしまう過程は、10°C におかれた通算日数によって決まる或る capacity を持っているように見える。この結果は、上に論じた 10°C で生成されるグリセリンの量が、途中で一時 20°C に移されても一定であるということと関連して興味深い。

丹野<sup>7)</sup> はムネアカオオアリの成虫が 0°C で最もよくグリセリンを生成することを見ている。又 Scimme<sup>8)</sup> はアブラムシ *Pterocomma smithia* とフユシヤク *Alsophila pomataria* の卵において、0°C でグリセリンが生じ、しかもその温度で休眠が終るとグリセリンが減少し始めるのを見ている。しかしイラガ前蛹では 160 日余り 0°C においても、殆んどグリセリンは出来な

い。又  $10^{\circ}\text{C}$  で生じたグリセリンも  $0^{\circ}\text{C}$  ではゆっくり減少して行くに過ぎない。第2図に示したように、B ( $10^{\circ}\text{C}$  で約70日後  $0^{\circ}\text{C}$  へ) ではA ( $10^{\circ}\text{C}$  で約20日後  $0^{\circ}\text{C}$  へ) より速やかにグリセリンが減少して行くのが見られる。AとBとのこのような差は何故起るのであろうか? 第3図から明らかなように、休眠終了の過程はグリセリンの増減と全く関係がないから、これを以って、AとBの違いを説明することは出来ない。このことは第1表からも明らかである。即ち、

第1表  $0^{\circ}\text{C}$  処理日数と休眠との関係

処理日数*	処理個体数	$20^{\circ}\text{C}$ で変態**した前蛹数	$20^{\circ}\text{C}$ で変態し**なかった前蛹数
$0^{\circ}\text{C}$ , 30日	10	8 (2)	2 (1)
$0^{\circ}\text{C}$ , 60日	9	7	(2)
$0^{\circ}\text{C}$ , 90日	10	8	2 (1)
$0^{\circ}\text{C}$ , 120日	4	4	0
$10^{\circ}\text{C}$ , 38日	10	8 (2)	(2)

\* 11月11日から  $0^{\circ}\text{C}$  及び11月5日から  $10^{\circ}\text{C}$  においた日数。

\*\* 7月初めまでの結果。括弧内の数は途中で死んでしまったものを示す。

$0^{\circ}\text{C}$  に30日おいただけで、その前蛹の休眠は殆んど終わっていると見てよいからである。第2図のAとBとの間の条件の違いは、Aではグリセリン生成の過程が進行中  $0^{\circ}\text{C}$  に移されているのに、Bでは生成の過程は既に終わっているが、グリセリン消失の過程は未だ始まっていない時期に  $0^{\circ}\text{C}$  に移されていることである。もしグリセリン生成の過程と消失の過程が全く別の酵素系によるもので、しかもこの生成から消失の酵素系の転換に  $10^{\circ}\text{C}$  で或る程度の日数(例えば30~40日)を必要とし、 $0^{\circ}\text{C}$  ではこの転換がなかなか進行し難いものとするれば、Aでは生成過程の途中で酵素系転換の準備期なしに  $0^{\circ}\text{C}$  に移された為、グリセリンは非常にゆっくり減少するに過ぎないが、一方Bでは或る程度の準備期間を経て  $0^{\circ}\text{C}$  に移された為、可成り速いグリセリンの減少が見られるのであろう。このような  $10^{\circ}\text{C}$  におけるグリセリンの消失の過程に或る程度の準備期間の必要なことは、第1報<sup>2)</sup> 第1図でも既に見られている。即ち、戸外にあった前蛹を3月初め  $10^{\circ}\text{C}$  に移しても直ちにグリセリンの減少は始まらず約2週間後に初めて減少し始めるからである。

最後に、結紮前蛹の腹部が本当に休眠から覚めていないかどうかを調べた。11月1日から5月11日まで、 $10^{\circ}\text{C}$  においた結紮前蛹を  $20^{\circ}\text{C}$  に移して、蛹化が進行するかを見たが、 $20^{\circ}\text{C}$  で2カ月以上経った現在、蛹になったものは1個体も現れない。一方、頭胸部も頭が突出して来るなどの変態の進行は明らかに認められるが、今までのところ蛹化したものは無い。この結果から、 $10^{\circ}\text{C}$  でのグリセリン生成の過程のみならず、グリセリン消失のそれも、前蛹の休眠終了の過程とは関係のない現象と言えそうである。しかし、今までの実験で、 $20^{\circ}\text{C}$  で変態の進行を見ている間に全部死んでしまう(今年の結紮前蛹でも今までに半数以上死んでしまった)ので、結紮によって完全に休眠から覚めるのを阻止し得たかどうか分らない。ただ、今までのところ遊離腹部に変態進行の様子は全く見られないことは確かである。

終りに、御校閲くださった朝比奈教授に感謝する。

### 摘 要

イラガ前蛹の環境温度を  $10^{\circ}\rightarrow 20^{\circ}\rightarrow 10^{\circ}\text{C}$ ,  $10^{\circ}\rightarrow 0^{\circ}\rightarrow 10^{\circ}\text{C}$  及び  $10^{\circ}\rightarrow 0^{\circ}\text{C}$  と変えた時のグリセリン量の変化と結紮した前蛹の  $10^{\circ}\text{C}$  におけるグリセリンの増減とを調べた。

前蛹体内のグリセリン量は、或る範囲内で、環境温度によく従って増減した。 $0^{\circ}\text{C}$  では、生成されたグリセリンは長期にわたって徐々に減少した。又結紮した前蛹のグリセリンの増減は対照のそれと殆んど同じ変化を示した。

この実験の結果から次のことが分った。 $10^{\circ}\text{C}$  で生成される全グリセリン量及び  $10^{\circ}\text{C}$  でグリセリンが生成されそして消失してしまうまでの期間は、その生成の途中で  $20^{\circ}\text{C}$  に一時移されても、常に一定であるように見える。グリセリンの生成、消失の過程は休眠終了の過程と全く関係がないように思われる。

### 文 献

- 1) 竹原一郎・朝比奈英三 1960 イラガ越冬前蛹のグリセリン (予報). 低温科学, 生物篇, **18**, 51-56.
- 2) 竹原一郎・朝比奈英三 1961 イラガ越冬前蛹のグリセリン I. グリセリン生成, 休眠, 耐凍性に及ぼす環境温度の影響. 低温科学, 生物篇, **19**, 29-36.
- 3) 竹原一郎 1963 イラガ越冬前蛹のグリセリン III. グリセリン生成と休眠の関係について. 低温科学, 生物篇, **21**, 81-83.
- 4) Dubach, P., Pratt, D., Smith, F., and Stewart, C. M. 1959 Possible role of glycerol in the winter-hardiness of insects. *Nature*, **184**, 288-289.
- 5) Sømme, L. 1964 Effects of glycerol on cold-hardiness in insects. *Can. J. Zool.*, **42**, 87-101.
- 6) 竹原一郎 1963 イラガ越冬前蛹のグリセリン II. グリセリン生成に及ぼす薬物の影響. 低温科学, 生物篇, **21**, 55-60.
- 7) 丹野皓三 1962 ムネアカオオアリの耐凍性 I. 耐凍性とグリセリンの関係. 低温科学, 生物篇, **20**, 25-34.

### Summary

The relation of the glycerol content to changes in environmental temperature ( $10\rightarrow 20\rightarrow 10^{\circ}\text{C}$ ,  $10\rightarrow 0\rightarrow 10^{\circ}\text{C}$ ,  $10\rightarrow 0^{\circ}\text{C}$ ) was examined in the prepupae of an insect, *Monema flavescens*.

After 2 weeks' storage at  $10^{\circ}\text{C}$ , when the glycerol had been formed, the prepupae were transferred to  $20^{\circ}\text{C}$ , where the glycerol content decreased. Some of the prepupae were returned to  $10^{\circ}\text{C}$  after 3 weeks at  $20^{\circ}\text{C}$  and some after 7 weeks. In the former the glycerol content began to increase after 15 days and in the latter, after 25 days. In the next experiment, the prepupae were first maintained at  $10^{\circ}\text{C}$  for 5 weeks, then at  $20^{\circ}\text{C}$  for 5 weeks, then they were returned to  $10^{\circ}\text{C}$ , where the glycerol content began to increase a little after 50-60 days. In the third experiment, after 2 weeks' storage at  $10^{\circ}\text{C}$ , the prepupae were then transferred to  $0^{\circ}\text{C}$ , at which temperature the glycerol ceased to increase and after 3 weeks, when the insects were returned to  $10^{\circ}\text{C}$ , glycerol began to form immediately.

However, if the prepupae remained at 0°C for a long period of time, the glycerol content slowly decreased. In these cases, the rate of decrease was greater in the prepupae previously maintained for 9 weeks at 10°C than in the prepupae maintained for 3 weeks at the same temperature. The change in the glycerol content at 10°C in prepupae with ligated heads, in which the diapause is prolonged for a long time, was the same as in the control group.

It may be concluded from these experiments that the amount of glycerol formed at 10°C is constant, even when the prepupae is temporarily returned to 20°C during this time. Previous temporary storage at 0°C, however, seems to have no effect upon later glycerol formation at 10°C. The termination of the diapause has no relation to the disappearance of glycerol in this insect.