

고추담배나방의 生態 및 防除에 關한 研究

溫度가 담배나방의 生育에 미치는 影響 및 Thuricide HP®의 防除 效果

鄭 青 壽 · 玄 在 善

The effects of temperatures on the development of Oriental tobacco budmoth, *Heliothis assulta* Guenee, and control effects of Thuricide HP®

C.S. Chung & J. S. Hyun.*

=abstract=

The oriental tobacco budmoth, *Heliothis assulta* Guenee were reared under various temperatures; 20°C, 25°C, 30°C and the control effects of Thuricide HP® were examined. The results obtained were as follows;

1. The adult longevity of oriental tobacco budmoth was 11.25 days, and 3.00 days for preovipositional period, 4.75 days for ovipositional period, and 3.50 days for postovipositional period.

2. The total number of eggs laid by a female were 307 at 20°C, 413 at 25°C and 189 at 30°C. The number of eggs per female per day were 64.05 in average.

3. The average egg periods were 7.71 days at 20°C, 4.12 days at 25°C and 3.58 days at 30°C and the hatchabilities were 71.25%, 78.49% and 81.05% at the respective incubation temperatures.

4. The larval developmental periods were 43.51 days at 20°C, 21.79 days at 25°C and 18.05 days at 30°C and the mortalities were 80.70%, 95.93% and 87.01% at the respective temperatures.

5. The pupal developmental periods were 24.22 days at 20°C, 12.36 days at 25°C and 11.50 days at 30°C and the mortalities at the respective temperatures were 18.18%, 42.11% and 40.00%.

6. The calculated threshold temperatures for the development were 11.61°C for the eggs, 11.96°C for the larvae, and 10.06°C for the pupae. The estimated total effective temperatures were 60.41 day degrees for the eggs, 319.35 day degrees for the larvae, 222.66 day degrees for the pupae, and overall total effective temperatures, however, would be ranged 640-660 day degrees if the reproductive period of the adult was considered.

7. The relationship between the overall developmental periods and the rearing temperature could be $Y = -4.272X + 155.39$ ($r = 0.9105$), where Y; number of days required to complete the life cycle, X; treated temperatures.

8. The control effects of Thuricide HP® were 73.43% for spray and 58.22% for bait applications.

* Department of Agricultural Biology. College of Agriculture, Seoul National University.

緒 言

담배나방(*Heliothis assulta* Guenee)은 일본, 중국, 대만, 한국 등지에 分布하는 담배, 토마토, 고추, 복화, 호박, 상등을 加害하는 害虫이다. 이 害虫은 土中에서 蛹態로 월동하며 年間 2~3回 發生하며 幼虫은 寄主植物의 잎이나 줄기 또는 果實을 加害한다. 담배나방은 고추의 栽培에 있어서 가장 중요한 해충의 하나로 주로 어린 果實에 구멍을 뚫고 들어가 섭식한다. 한마리의 幼虫이 4~14개, 平均 10개의 果實을 加害한다. 加害 받은 고추는 二次的으로 微生物의 侵害를 받아 80% 以上이 부패하고 落果한다. 담배나방에 의한 고추의 被害率은 地域的이나 年次的으로 變動이 있으나 20~45%라고 한다.

이 害虫에 關한 生態 및 防除에 關한 研究는 李(1958)을 비롯하여 崔(1967, 69) 崔等(1974) 其他 數篇이 있다. 이들의 研究結果를 綜合하여 보면 이 害虫은 寄主範圍가 비교적 넓고 發生이 대단히 不規則한데 螢光誘蛾燈에 誘引되기는 하나 뚜렷한 發生時期를 파악하기 힘들어 防除適期의 決定이 힘들고 青果도 食用으로 하는 故로 一般殺虫劑의 使用에서는 殘留毒性이 문제가 된다. 이와같은 發生의 不規則性은 各種 虫態의 生理的 變異가 크고 이들이 環境條件에 對한 反應이 다르기 때문일 것으로 推測된다.

따라서 本 研究에서는 發育과 가장 密接한 關係가 있는 것으로 생각되는 溫度가 各 虫態의 發育에 미치는 影響을 조사하여 發生豫察의 基礎的 資料를 얻고 특히 青果를 많이 利用하는 우리나라의 消費實情에 비취 殘留毒性이 문제가 안되는 微生物農藥을 現在 使用하고 있는 化學的藥劑에 대체할 수 있는 可能性을 檢討하며 하였다.

材料 및 方法

1. 豫備試驗

(1) 幼虫密度 調査

조각에서 幼虫의 密度를 조사하여 방제적기를 알기 위하여 이 害虫의 發生이 甚한 8月 初旬~10月 下旬까지 원에서시험장內에 있는 고추 포장에서 7日 間격으로 任意로 20株를 택하여 株全體의 幼虫數를 육안으로 조사하였다.

※ 이 研究는 1979年度 文敎部 政策課題研究費의 支拂에 依한 研究임.

(2) 產卵

野外에서 채집한 幼虫을 室內에서 지름 10cm×높이 3cm의 紗籠에 고추의 어린 果實을 먹이로 사육하였고 식이는 2日마다 교체하였다. 羽化한 成虫을 plastic cage(세로 16.5cm×가로 14cm×높이 17cm)에 주름잡힌 유산지를 주위에 두른 後, 암 수를 구별하여 1雙씩 넣고 交尾시키고 成虫의 먹이로는 10% 실탕풀을 吸收시킨 脫脂綿을 供給하였고 식이는 2日마다 교체하였다. 조사방법은 일정한 시각(14時)에 매일 產卵數와 成虫의 生死與否를 調査하였고 곤충핀으로 건드려 움직이지 않는 成虫은 死亡한 것으로 하였다.

2. 溫度가 發育에 미치는 影響

(1) 卵

위와같은 방법으로 얻은 成虫을 20°C, 25°C, 30°C에서 產卵시켜 產卵된 알이 붙은 유산지를 잘라 紗籠(지름 10cm×높이 3cm)에 옮겨 놓고 물 한방울을 떨어뜨린 脫脂綿을 같이 넣어 濕度를 유지시켜 孵化狀況을 조사하였다. 조사는 매일 일정시각(16時)에 行하였고 孵化數는 부화하여 움직이는 것을 부화하였다고 간주하여 기록하였다.

(2) 幼虫

20°C, 25°C, 30°C에서 부화하여 나온 幼虫을 가는 붓으로 다른 紗籠(지름 10cm 높이 3cm)에 옮겨 각 해당 溫度에서 개체 사육하였다. 학교포장에서 재배한 담배잎을 먹이로 사용하여 4齡까지는 2日마다 식이를 교체하였고 4齡以後 幼虫은 섭식량이 急激히 增加하는 故로 1日마다 먹이를 교체하였다. 1齡과 2齡 탈피작은 매우 작고 특히 1齡 탈피작은 검은 빛을 띠기 때문에 배설물과 탈피작을 육안으로 구별하기 어려워 현미경을 사용하여 齡期를 조사하였으며 3齡이후 脫皮殼은 크기 때문에 육안으로 찾아 齡期를 調査할 수 있었다. 조사는 일정시각(16時)에 行하여 그 시각에 찾은 탈피작으로 脫皮한 날짜를 정했다.

(3) 蛹

노숙 유충은 섭식을 中止하고 蛹化場所를 찾아서 飼育器內를 돌아다니기 때문에 5齡이 넘은 幼虫이 돌아다닐 때 노숙 유충으로 간주하고 새로운 紗籠(지름 10cm×높이 30cm)에 가제를 두껍으로 깔아 주어 蛹化場所를 提供하였다. 6齡 탈피작이 발견될 때 蛹으로 된 것으로 간주하고 그 蛹이 羽化할 때까지의 羽化期間을 조사하였다. 조사방법은 일정시각(16時)에 行하여 그 시각에 羽化한 것을 羽化 날짜로 정했다.

(4) 成虫

羽化한 成虫은 豫備試驗에서 알을 얻은 때와 같은 방법으로 수명을 조사하였다.

(5) 發育零點

發育零點은 發育과 溫度에 관한 회귀직선에 의해 구하였고 發育率은 한 齡虫에서 다음 齡虫까지 發育하는데 所要된 日數의 역수를 취하였고 각 發育단계에서 發育零點을 구하여 그 溫度들의 中央值를 發育零點으로 정하였다.

(6) 有效積算溫度

有效積算溫度는 다음과 같은 공식에 의해서 구하였다.

$$\text{有效積算溫度} = (\text{處理溫度} - \text{發育零點}) \times \text{所要日數}$$

3. Thuricide HP®의 效果에 관한 試驗

사용한 Thuricide HP®은 *Bacillus thuringiensis* Berliner variety Kurstaki 였고 Insecticidal activity 가 16,000 I.U./mg이다. 水原市(巴長洞)에 있는 고추포장(가로 4.5m×세로 120m)을 80個의 plot(가로 2m×세로 1.8m/plot)로 나누어 plot當 고추묘목을 畦間 90cm, 株間 50cm로 하여 8株씩 심었으며 분무처리는 약량 242g/10a, 403g/10a, 565g/10a를 각각 물 320l/10a에 섞어 噴霧機로 살포하였다. bait 처리는 약량 242g/10a, 403g/10a, 565g/10a를 2,000g의 corn meal에 섞어 손으로 처리하였다. 처리시기는 각각 8월 7일, 9월 1일, 9월 15일에 各 處理當 3반복으로 처리하였고 處理前과 處理 5日後 密度를 조사하여 死亡率을 산출하였고 分散分折하였다.

實驗結果

I. 豫備試驗

(1) 野外 幼虫 密度 變動

1978年 포장에서 조사한 고추 20株當 幼虫 密度의 變動狀況은 그림 1과 같다.

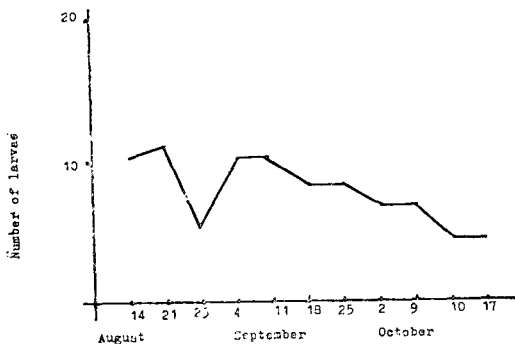


Fig. 1. Seasonal abundance of larvae of Oriental tobacco budmoth per 20 plants in a field(1978).

담배나방의 幼虫 密度는 8월 21일에 最高值를 보였

으며 9월 4일에 또 한 차례의 증가를 보이면서 큰 變動없이 점차 감소하고 있다. 崔(1969)는 담배나방은 년 3回 發生하며 3回 發生時期는 8月下旬~9月中旬까지라고 하였고 李(1958)는 년 2回 發生하고 2回 發生時期는 8月上旬~10月上旬이고 8月中旬이 最盛期라고 하였고 崔等(1974)은 年 3回 發生하고 7月下旬, 8月中旬~9月中旬 두차례 最盛期를 보인다고 하였다.

이러한 結果를 보아 8月中旬의 幼虫 密度는 二化期 幼虫이고 9月中旬의 그것은 二化期 幼虫과 3化期 幼虫이 혼합된 것으로 생각되며 8月下旬의 密度 減少는 二化性 幼虫의 蛹化로 인한 外見上의 密度 減少로 생각되거나 이와같은 問題는 幼虫의 生態學的 特性이 밝혀져야 할 것이다.

(2) 產卵

表 1은 成虫(암컷)의 수명이다.

Table 1. Longevity of the female moth of Oriental tobacco budmoth.

	Preovipositional period	Ovipositional period	Postovipositional period	Total
Average	3.0	4.75	3.5	11.25
Range	2~4	4~5	3~4	11~12
S	1	0.5	0.577	0.5
C.V (%)	33.33	10.53	16.49	4.44
No. of Individual	7	7	7	7

암컷의 產卵前期間은 平均 3日(2~4日)이었으며 產卵期間은 平均 4.75日(4~5日)이었고 產卵後期間은 平均 3.5日(3~4日)로 成虫의 壽命은 約 11.25日이었다. 產卵期間에 있어서 產卵前期間의 C.V가 가장 커서 羽化 成虫의 性的 成熟度에 相當한 差가 있음을 示唆하고 있다. 이와같은 문제는 生殖巢의 組織學的 差異를 조사함으로써 明白해 질 것이다. 產卵期間과 產卵後期間은 C.V가 10%와 16.49%로 그리 크지 않으며 產卵後期間이 일반 해충에 比하여 길다는 事實은 殘卵數 문제와 關連하여 흥미있는 일이라 하겠다.

崔等(1974)은 室內溫度에서 13日을 보고한 바 있으며 崔(1967)는 二化期 成虫은 6.7日(1~12日) 3化期 成虫의 수명은 5.5日(3~10日)이라고 한 바 있다. 이와 같이 成虫의 수명은 世代에 따라 多少의 差가 있는 듯 하나 그것이 本質的인 것인지 또는 溫度나 그밖의 環境條件에 의한 것인지는 앞으로 조사되어야 할 것이다.

表 2는 암컷의 日當 產卵數 頻度이다.

Table 2. Frequency distribution of number of eggs laid by a female moth of Oriental tobacco budmoth in a day.

Class (number)	0~20	20~40	40~60	60~80	80~100	100~120
Frequency	3	4	2	5	2	2

日當 産卵數 頻度는 60개~80개가 가장 컸으며 각 溫度에서 암컷이 産卵한 알수는 20°C, 25°C, 30°C에서 각각 307, 413, 189개였고 30°C에서 卵數가 가장 적었으며 25°C일 때 卵數가 가장 많았다.

表 3은 암컷의 日當 産卵數와 總産卵數를 나타낸 것이다.

Table 3. Number of eggs laid by a female moth of Oriental tobacco budmoth.

	No. of egg/♀/day	No. of egg/♀
Average	64.05	304.25
Range	14~172	189~413
S	41.99	91.53
Median	64	
No. of Individual	7	7
C.V (%)	66.56	30.08

암컷의 日當 産卵數는 平均 64.05개(14~172)개였고 암컷의 總産卵數는 平均 304.25개(189~413)였으며 變異가 큰 것은 각 溫度에 따른 産卵數의 差때문이다. 崔(1967)는 2世代의 産卵數가 117.8개(20~322)였고 3世代에서는 152.02개(38~281)였고 抱卵數는 各各의 世代에서 348.9개(122~966), 394.7개(198~906)이라고 하여 抱卵數에 比하여 産卵數가 상당히 낮음을 보고한 바 있는데 이것을 前記 成虫壽命이 本 實驗에서 얻은 결과에 比하여 짧은 것과 관련하여 實驗條件이 중요함을 示唆하고 있는 것으로 보여 보다 詳細한 研究가 있어야 할 것으로 생각된다.

産卵數는 幼虫期の 영양상태, 交尾與否, 交尾의 質等과 같은 昆虫 自體의 문제와 아울러 交尾空間의 크기, 溫度, 光線의 有無 其他 密度等과 같은 外的 環境에도 크게, 影響을 받는 것으로 이와같은 點들과 관련하여 研究가 이루어져야 할 것이다.

2. 溫度가 發育에 미치는 影響

(1) 卵

表 4는 20°C, 25°C, 30°C에서의 卵의 發育期間이다. 卵期間은 20°C, 25°C, 30°C에서 각각 平均 7.71日(6~8日), 4.12日(4~5日), 3.58日(3~5日)이었고 溫

Table 4. Developmental periods of the egg of Oriental tobacco budmoth at 20°C, 25°C, and 30°C

	Egg Period		
	20°C	25°C	30°C
Average	7.71	4.12	3.58
Range	6~8	4~5	3~5
Median	7.85	4.07	3.41
S	0.51	0.33	0.72
C.V (%)	6.6	8.01	20.11
Hatchability(%)	71.25	78.49	81.05
No. of eggs tested	114	135	77

도가 높아짐에 따라 卵期間은 짧아지나 變異係數는 커지고 있으며 특히 30°C에서 C.V가 20.11%로 상당히 크다. 平均値와 中央値를 비교할 때 20°C와 30°C에서 平均値가 中央値보다 길어지고 있으나 20°C에서는 反對로 中央値가 길어지고 있고 孵化率은 各 溫度에서 71.25%, 78.49%, 81.05%로써 30°C에서 가장 높고 20°C에서 가장 낮다. 李(1958)은 卵期間은 4.0日이며 3~5日인 것이 80~100%였다고 하였으며 崔(1967)는 2世代에서는 3.5日(1~6日), 3世代에서는 2.9日(2~5日)이라고 報告한 바 本 實驗에서 25°C와 30°C에서의 結果와 비슷하다. 20°C에서 卵期間이 길어지고 卵期間 中央値가 길어진 것은 이 溫度가 胚子の 發育에 充分한 溫度가 못되어 따라서 孵化率도 낮아지고 있다. 30°C에서 C.V가 커진 것은 高溫에 의한 胚子發育의 抑制作用의 可能性을 말해 주는 것으로 생각되어 胚子發育의 最適溫度는 25°C 前後인 것으로 생각된다.

(2) 幼虫

表 5는 20°C, 25°C, 30°C에서의 幼虫 發育期間이다.

表에서 보는 바와 같이 溫度가 높아짐에 따라 幼虫 發育期間은 짧아진다. 即 20°C에서는 平均 43.51日, 25°C에서는 平均 21.79日, 30°C에서는 平均 18.05日이었으며 20°C에서는 25°C와 30°C의 發育期間의 2倍 以上이 要求되었다. 發育期間은 齡期가 進行됨에 따라 길어져서 各 溫度下에서의 6齡期の 平均 齡期間은 각각 14.23日, 7.37日, 5.30日로 다른 齡보다 2~3倍가 所要되었으므로 齡期間은 2~5齡 期間보다 길다. 崔等(1974)이 5回 탈피하는 것이 8.7%, 6回 탈피하는 것이 73.9%, 7回 탈피하는 것이 17.4%였다고 보고한 바 있으나 本 實驗에서는 100%가 6齡期를 걸쳤다.

崔等(1974)은 室溫下에서의 幼虫期間은 平均 19.4日이라고 하고 7齡期가 6.9日이라고 하였는데 1齡부터 6

Table 5. Developmental periods of the larvae of Oriental tobacco budmoth at 20°C, 25°C, and 30°C.

	Average	Range	Median	S	C.V(%)	Mortality (%)	No. of Individual	Percents of 6th instar larvae
1st instar	20°C	6.35	4~10	6.08	1.37	21.57	46	
	25°C	3.42	2~6	3.29	0.88	25.73	38	
	30°C	2.86	2~4	2.89	0.64	22.38	57	
2nd instar	20°C	5.22	3~8	5.17	1.32	25.29	37	
	25°C	3.12	2~5	3.08	0.73	23.40	34	
	30°C	2.6	2~4	2.63	0.58	22.31	47	
3rd instar	20°C	5.42	3~9	5.15	1.30	23.98	36	
	25°C	2.55	2~5	2.38	0.78	30.59	29	
	30°C	2.42	2~3	2.36	0.50	20.66	38	
4th instar	20°C	5.83	4~11	5.44	1.34	22.98	36	
	25°C	2.64	1~4	2.67	0.73	27.65	28	
	30°C	2.42	1~4	2.30	0.71	29.34	33	
5th instar	20°C	6.46	4~9	6.30	1.24	19.20	35	
	25°C	2.69	2~6	2.50	0.97	36.06	25	
	30°C	2.45	2~4	2.38	0.57	23.27	29	
6th instar	20°C	14.23	11~18	13.9	2.11	14.83	22	
	25°C	7.37	6~9	7.14	0.90	12.14	19	
	30°C	5.3	4~6	5.30	0.67	12.64	10	
Total	20°C	43.51		42.04		80.70		100%
	25°C	21.79		21.06		85.93		100%
	30°C	18.05		17.86		87.01		100%

齡까지는 2.1日~2.7日이었다고 하고 1齡期 2.8日로 5齡과 6齡虫의 幼虫 期間 2.7日과 비슷하였다고 한다. 이런 點으로 보아 7齡虫의 齡 期間이 다른 齡 期間의 2倍 以上이었고 頭幅測定值가 5齡虫이 1.66mm였고 6齡虫에서 1.73mm, 7齡虫이 3.03mm로 5齡虫과 6齡虫 間의 比와 6齡虫과 7齡虫 間의 比가 非正常的으로 큰 것으로 보아 당시의 飼育條件과 관련하여 非正常的인 生育을 한 것이 7齡을 거친 것으로 생각된다. 인시목 幼虫에서 飼育期間中의 環境條件 특히 영향상태에 따라 正常的인 發育을 할 때에 比하여 齡 期間이 길어지거나 脫皮回數가 增加하는 것은 一般的인 現象이다.

中島等(1972)은 幼虫期間이 25°C에서 28.6日 30°C에서 16.9日이었다고 日本 九州地方에서 報告한 바 있다. 이 結果는 本 實驗의 結果에 比하여 25°C에서는 6.8日이 길고 30°C에서는 1.2日이 짧아지고 있다. 이와같은 차이는 南方系가 高溫에 對한 影響이 크고 北方系가 低溫에 銳敏하게 反應하는 일반적 적응현상이 라고 생각되며 이 害虫의 發生時期의 不規則성과 관련하여 地域의 生態種의 存在可能性이 크다고 하겠다. 幼

虫期 致死率은 20°C에서 80.70%, 25°C에서 85.93%, 30°C에서 87.01%로 30°C에서 가장 높았고 溫度間의 差는 작았다. 또한 齡期別 致死率은 20°C, 25°C, 30°C에서 모두 1齡과 6齡 탈피 배가 각각 59.65%, 37.14%로써 다른 齡보다 致死率이 높았다.

(3) 蛹

表 6은 蛹 發育期間이다.

Table 6. Developmental periods of the pupae of Oriental tobacco budmoth at 20°C, 25°C, and 30°C.

	Pupal Period		
	20°C	25°C	30°C
Average	24.22	12.36	11.50
Range	22-27	11-14	10-13
Median	24.00	12.07	11.17
S	1.56	1.03	1.22
C.V (%)	6.44	8.33	10.60
Mortality (%)	18.18	42.11	40.00
No. of Individual	18	11	6

蛹 發育期間은 20°C, 25°C, 30°C에서 각각 平均 24.22日(22~27日), 12.36日(11日~14日), 11.50日(10~13日)로 高溫에서 짧아지고 있다. 20°C에서는 25°C와 30°C에 比하여 發育期間의 差가 11.93日로 컸고 25°C와 30°C에서는 發育期間의 差는 0.9日로 작았으며 個體間的 發育期間 差도 커서 20°C에서는 5日인데 反하여 25°C와 30°C에서는 그 差가 3日이었다. 崔等(1974)은 室溫下에서 蛹 期間이 11.4°C였다고 報告한 바 있어 本 實驗에서 30°C의 結果와 비슷하다. 또한 蛹期 致死率은 20°C에서 18.18%, 25°C에서 42.11%, 30°C에서 40%로 25°C에서 가장 높았고 25°C와 30°C에서는 差가 크지 않았으나 20°C와는 대단히 큰 差를 보였다.

이와같이 高溫下에서 致死率이 높다는 것은 이 害虫이 蛹期를 地中에서 지내며 變異係數가 高溫에서 크다는 事實과 관련하여 생각할 때 앞으로 습도문제와 같이 보다 깊은 研究가 必要하다 하겠다.

3. Thuricide HP*의 防除 效果

表 7은 Thuricide HP* 처리에 의한 防除效果이다.

Table 7. The effect of Thuricide HP* treatment on Oriental tobacco budmoth in the field

Treatment	Doses g/10a	Mortality(%)			Average
		Aug.7	Sept.1	Sept.15	
Spray	242	90	67.78	65.88	74.55
	403	90	63.44	66.89	73.44
	565	63.44	63.44	90	72.29
Bait	242	60	45	58.69	54.56
	403	65.65	54.94	62.03	60.87
	565	60	57.67	60	59.22

분무처리에서 약량 242g/10a, 403g/10a, 565g/10a에서 각각 致死率이 74.55%, 73.44%, 72.29%를 보여 藥量과 관계없이 致死率은 70%内外였다. Bait 처리에서는 藥量 403g/10a일 때 致死率이 60.87%로 가장 높았으며 藥量이 242g/10a일 때 54.56%로 致死率이 가장 낮았고 그 差는 대략 5%였다. 분무처리에서는 致死率이 平均 73.43%였고 Bait처리에서는 致死率이 平均 58.22%로써 분무처리가 Bait처리보다 致死率이 約 15.22%높았다.

表 8은 表 7을 分散分析한 것이다.

表에서 보는 바와 같이 처리간에는 有意성이 있었으나 처리시기, 藥量間에는 有意성이 없었고 이는 Mistic(1973)의 보고와 一致한다. Johnson(1974)은 *Heliothis*

Table 8. Analysis of Variance of the results

Source of Variation	Degree of freedom	Sum of Square	Mean square
Main-plot			
Treatment	1	1041.05	1041.05**
Date	2	510.01	255.005
Main plot error	2	39.05	19.525
Sub-plot			
Dose	2	20.32125	10.160625
Treatment x Dose	2	51.59485	25.797425
Sub-plot error	8	899.1539	112.39424

** Difference between means significant at the 1% level .

*virescens*에 대한 *Bacillus thuringiensis*의 防除效果가 Bait 처리가 분무처리보다 더 效果가 컸다고 하여 本 實驗結果와 反對되는 結果를 보였다.

이는 Bait를 고추포장과 담배포장에 처리하는 방법 差에서 일어난 것인지 또는 本 害虫에는 분무처리가 더 效果가 있는 것인지는 앞으로 보다 많은 연구가 있어야 할 것 같다.

考察 및 結論

以上 담배나방의 發育에 미치는 몇가지 溫度의 生物學的 影響을 살펴 보았다.

表 9는 몇가지 溫度가 담배나방의 發育期間에 미치는 影響을 綜合한 것이다.

發育 全期間은 20°C에서 平均 75.48日, 25°C에서 38.16日, 그리고 30°C에서 33.48日이 소요되어 高溫下에서 짧아지고 있다. 中島等(1973)은 30°C에서 全 發育期間이 約 30日이라고 한바 있다. Allee等(1949)은 生物體의 代謝率은 正常的인 生理作用을 할 수 있는 溫度범위內에서는 直線的으로 증가하나 처리前의 먹이나 溫度 그밖의 環境條件과 처리시간에 따라 같은 生育段階에서도 差가 생긴다고 하였다.

表 10은 각 生育段階의 發育速度와 溫度와의 관계식과 各各의 式을 利用하여 算出된 發育零點溫度(t)와 有效積算溫度(K)이며 그림 2는 그들 間의 關係를 도시한 것이다.

有效積算溫度(K)는 $D(T-t)=K$ (D =처리온도 T 에서 한 生育段階를 完了하는데 所要된 日數, t =發育零點溫度)라는 관계식에서 산출하였고 發育速度는 $V=1/D$ 로 $V=(T-t)/K$ 의 관계가 성립된다. t 의 값은 회귀 직선의 X 축과의 交점이 된다.

Table 9. Summary of the developmental periods of Oriental tobacco budmoth at 20°C, 25°C and 30°C.

	20°C				25°C				30°C			
	Egg	Larva	Pupa	Total	Egg	Larva	Pupa	Total	Egg	Larva	Pupa	Total
Average	7.71	43.55	24.22	75.48	4.12	21.68	12.36	38.16	3.58	18.4	11.5	33.48
Range	6-8	39-50	22-27		4-5	19-27	11-14		3-5	17-20	10-13	
Median	7.85	43.7	24	75.55	4.07	21.25	12.07	37.39	3.41	18.25	11.17	32.83
S	0.51	2.99	1.56		0.33	2.33	1.03		0.72	1.07	1.22	
C.V(%)	6.6	6.9	6.4		8	10.75	8.3		20.11	5.8	10.61	
*No. of Individual	114	22	18		135	19	11		77	10	6	

* Number of the individuals completed their life cycle.

Table 10. Developmental threshold temperature (t) and total effective temperatures (K) of egg, larva, pupa, and entire life stage of Oriental tobacco budmoth.

Developmental stage	Regression equation	Student's t	t	K
Egg	$V=1.659T-16.265(r=0.971)$	7.10**(326)	11.61°C	60.41
Larva	$V=0.319T-3.815(r=0.958)$	23.38**(51)	11.96°C	319.35
Pupa	$V=0.478T-4.81(r=0.923)$	13.80**(35)	10.06°C	222.66
Egg to Emergence	$V=0.167T-1.865(r=0.952)$	17.87**(35)	11.17°C	602.44

Note; t; Developmental threshold temperature

K; Total effective temperature

Numbers in parentheses in third column mean number of insect tested.

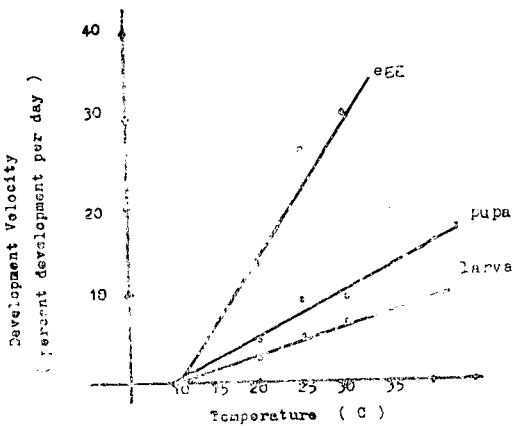


Fig. 2. Velocity of development of egg, larval and pupal stage of Oriental tobacco budmoth at constant temperatures

각 生育段階의 發育零點溫度는 卵이 11.61°C, 幼虫이 11.96°C, 蛹이 10.06°C, 그리고 全 生育期間을 통한 것은 11.17°C였으며 有效積算溫度는 卵이 60.41 日度, 幼虫이 319.35日度, 蛹이 222.66日度, 그리고 全 期間을 통한 것은 602.42日度였다.

全 發育期間과 飼育溫度間에는 $Y = -4.272X + 155.39$ ($r = 0.90105$)의 관계가 성립하였고 各 生育段階에 있어서의 溫度와 發育期間과의 관계식은 表 11과 같다. 表 11의 예찰식을 이용하였을 때 實測值와의 誤差는 卵期에서 1.0~0.4日, 幼虫期에서 3.5~5.3日, 蛹期에서 2.1~3.4日이었고 全 生育期間에서는 5.5~10.4日로 相當한 差가 있었다. 이와같은 것은 幼虫이나 蛹의 個體變異가 큰 것을 시사하는 것으로 앞으로 이와같은 個體變異의 本質的 究明을 위한 生理學的 研究과 生態學的 究明이 要望된다.

以上の 結果를 종합하여 볼 때 담배나방은 幼虫期와 蛹期에 個體間의 變異가 相當히 큰 것으로 推論되며 이들 虫態의 生理的 變異와 이에 따르는 환경조건에 對한 反應의 差를 野外와 室內조건下에서 究明한다는 것은 適中度 높은 豫察式作成을 위하여 基本이 될 것으로 생각된다. 이와같은 研究은 野外에서 休眠個體의 季節的 變動, 월동中 休眠타파조건, 휴면타파시기, 休眠蛹의 個體間差, 生態種 등을 조사하고 休眠生理의 究明이 必要하다 하겠다.

Table 11. Prediction equation of egg, larva, and pupa of Oriental tobacco budmoth based developmental periods according to the rearing temperatures.

Developmental stage	Prediction	Student's t
Egg	$Y = -0.444X + 16.21$ ($r = 0.927$)	44.49** (326)
Larva	$Y = -2.418X + 87.437$ ($r = 0.920$)	16.43** (51)
Pupa	$Y = -1.283X + 47.8217$ ($r = 0.8967$)	11.57** (35)
Egg to Emergence	$Y = -4.272X + 155.39$ ($r = 0.9105$)	12.65** (35)

摘 要

담배나방(*Heliothis assulta* Guenee)의發育에 미치는 溫度의 영향과 Thuricide HP*의 效果를 調査하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. 알컷의 産卵前期間은 平均 3.0日(2~4日)이었으며 産卵期間은 平均 4.75日(4~5日)이었고 産卵後期間은 平均 3.5日(3~4日)로 성충의 수명은 約 11.25日이었다.

2. 日當 産卵數 頻度は 60개~80개가 가장 많았으며 각 온도에서 産卵數는 20°C, 25°C, 30°C에서 각각 307개, 413개, 189개로 30°C에서 卵數가 가장 적었으며 25°C일 때 卵數가 가장 많았다. 日當 産卵數는 平均 64.05개(14~172個)였고 總産卵數는 平均 304.25個(189~413個)였다.

3. 卵期間은 20°C, 25°C, 30°C에서 各各 平均 7.71日(6~9日), 4.12日(4~5日), 3.58日(3~5日)이었고 孵化率은 各各 71.25%, 78.49%, 81.05%로써 30°C에서 가장 높고 20°C에서 가장 낮았다.

4. 幼虫의 全 發育期間은 20°C, 25°C, 30°C에서 각각 平均 43.5日, 21.79日, 18.05日을 所要하였고, 幼虫의 致死率은 20°C, 25°C, 30°C에서 각각 80.70%, 85.93%, 87.01%였다.

5. 蛹 發育期間은 20°C, 25°C, 30°C에서 各各 平均 24.22日(22~27日), 12.36日(11~14日), 11.50日(10~13日)였고 蛹期 致死率은 20°C, 25°C, 30°C에서 각각 18.18%, 42.11%, 40%였다.

6. 發育零點溫度는 卵이 11.61°C, 幼虫이 11.96°C, 蛹이 10.06°C였고 有效積算溫度는 卵, 幼虫과 蛹이 각각 60.41日度, 319.35日度와 222.66日度였으며 담배나방의 發育零點溫度는 11.17°C였고, 有效積算溫度는 60.2.42日度였다.

7. 發育과 溫度와의 關係에서 $Y = -4.272X + 155.39$ ($r = 0.9105$), ($Y =$ 全 生育期間을 完了하는데 所要되는 日數, $X =$ 처리온도)를 얻었으며 實測值와의 誤差는 6

~10日로 각 生育段階 特別 幼虫期와 個體間 生理的 差가 현저함을 알 수 있었다.

8. Thuricide HP* 분무처리 時 致死率은 平均 73.4%였고 Bait처리 時 致死率은 平均 58.22%였으며 處理間에는 有意性이 있었으나 處理時期나 藥量間에는 有意性이 없었다.

참고문헌

1. Allee. H.R., Emerson Park, Park and Schmidt (1949). Principles of Animal Ecology. Saunders. 91-120
2. Allen N, W.S. Kinard and C.S. Creighton (1961). *Bacillus thuringiensis* controls the tobacco budworm. *Tod. Sci*, 5 : 58-62.
3. Andrewartha H.C. and L.C. Birch (1954). The distribution and Abundance of Animal. The University of Chicago Press. 129-205.
4. Antonio A. Guerra, Dan A. Wolfen Barger and R.D. Garcia (1972). Factors Affecting Reproduction of the tobacco budworm in the Laboratory. *J. Econ. Entomol.* 65(5) : 1341-1343.
5. Begg J.A. (1976). Microbial and Chemical control of hornworms attacking tobacco in Ontario, *J. Econ. Entomol.* 57(5) 646-649.
6. Bell R.A. and F.G. Joachim(1976). Techniques for rearing laboratory colonies of tobacco hornworm and Pink Bollworms. *Ann. Entomol. Soc. Am.* 69(2)365-373.
7. Callahan P.S. (1962). Techniques for rearing the corn earworm *Heliothis zea*. *J. Econ. Entomol.* 55(4)453-457.
8. 최귀문등 2人 (1974). 담배나방 발생소장 및 천적 조사에 관한 시험. *농진시험연구보고서* 190-211.
9. 崔承允 (1967). 담배 나방의 생태 및 약제 시험에 관

- 한연구 a 서울대학교 농과대학 농사시험연구보고서 1-30. b. _____ (1969) 농사시험연구보고서 1-23.
10. Dunbar J.P. (1973). *Bacillus thuringiensis* Control of the tobacco budworm and effects on two beneficial species on tobacco. M.S. thesis clemson Univ. (cited from Johnson A.W.)
 11. Graham H.M. and L.C. Fife(1972). Overwintering of *Heliothis* spp. in the Lower Rio Grande Valley Texas. J. Econ. Entomol. 65(3)708-711.
 12. Graham H.M. and O.T. Robertson (1970). Host plant of *Heliothis virescens* and *H. zea* (Lepidoptera, Noctuidae) in the Lower Rio Grande Valley Texas. Annal. Entomol. Soc. Am. 63(5) 1261-1265.
 13. Gross H.R, E.A. Harrell and W.D. Perkins (1975). *Heliothis zea*; Oviposition chamber and egg collection Technique for mass production. J. Econ. Entomol. 68(5)630-635.
 14. 한의봉외 2人 (1973) : 고추담배나방의 생태 및 약제방제에 관한 시험. 충북도원 농사시험 연구보고서. 359-378.
 15. Holtzer. T.O., J.R. Bradley and R.L. Rabb (1976). Effects of various Temperature Regimes on the Time required for Emergency of Diapausing *Heliothis zea*. Ann. Entomol. Soc. Am. 69(2)257-260.
 16. Ito Yosiaki, Kazuyoshi Miyashita, and Hideo Yamada (1968). Biology of *Hyphantria cunea*, Effect of Temperature on Development of immature stages. Applied Entomology and Zoology 3(4)163-175.
 17. Johnson, A.W. (1974). *Bacillus thuringiensis* and Tobacco budworm Control on Flue-cured Tobacco. J. Econ. Entomol. 67(6)755-759.
 18. Jones A.L. Perkins W.D. and Sparks A.N. (1978). Corn Earworm; Effects of Temperature variation on a colony. Ann. Entomol. Soc. Am. 71(3)393-396.
 19. Kazuyoshi miyashita(1971). Effects of constant and Alternative Temperature on the Development of *Spodoptera litura* F. (Lepidoptera; Noctuidae). Appl. Ent. Zool. 6(3)105-111.
 20. 이승찬, 소재선(1971) : 담배나방의 피해해석과 生物的防除에 관한 조사. 시험연구보고서 6, 1553-1556.
 21. Mangat B.S (1977). Thermal threshold and Temperature accumulation for the cotton bollworm (*Heliothis zea*; Lepidoptera; Noctuidae). J. Tennessee Acad. Soc. 52(1)15-16 (cited from Luckman, 1976)
 22. Mistic W.J. and F.D. Smith (1973). Tobacco budworm; Control on Flue-cured Tobacco with certain Microbial Pesticides. J. Econ. Entomol. 66(4)979-982.
 23. 中島三夫外 2人(1972) : タバコガの發育と溫度との關係について, 九州病害虫研究會報 19, 99-101 (Cited from Choi, 1974).
 24. 이해연(1973) : "Black-light trap"에 의한 고추 담배나방의 발생 및 피해조사와 방제에 관한 시험 : 원예시험장 시험연구보고서(채소편) 195-210.
 25. 이의순(1958) : 왕담배나방의 생태에 관한 (특히 고추 피해를 중심으로) 한국농학회 4 : 57-67.
 26. Luckman W.H. et. al. (1976). Developmental rate of the Black cutworm. J. Econ. Entomol. 69(3)386-388.
 27. Rabb R.L. E.A. Steinhaus and E.E. Guthrie (1957). Preliminary tests using *Bacillus thuringiensis* Berliner against horn worms. Ibid 50 : 259 (cited from Mistic et. al. 1973)
 28. Snow, J. Wendell and Philips Callaham (1967). Laboratory Mating studies of the corn earworm *Heliothis zea* (Lepidoptera; Noctuidae). Ann. Entomol. Soc. Am. 60(5)1066-1071.
 29. Stadelbacher E.A., R.E. Furr and M.L. Laster (1972). Bollworms and Tobacco budworms; Mortality of Adults Exposed to insecticides on Cotton. J. Econ. Entomol. 65(6) 1682-1683.
 30. Thomas L. Hillhouse and Henry N. Pitre (1976). Oviposition by *Heliothis* on Soybeans and cotton. J. Econ. Entomol. 69(2)144-146.