

早熟 3眠蠶의 誘發과 實用形質

李 相 德·文 在 裕*

國立蠶絲所·*서울大學校 農科大學

Induction and Characterization of Precocious Trimolting Silkworm, *Bombyx mori*

Sang Duk Lee and Jae Yu Moon*

National Silk Inspection and Silkworm Breeding Office, Whaseung, Korea,

*College of Agriculture, Seoul National University, Suwon, Korea.

Summary

For fine-denier cocoon filament production, the precocious trimolting silkworms were induced by the treatments with both the imidazole compound "KK-42" having anti-juvenile hormone activity and high temperature, and their growth, dietary efficiency, cocoon and cocoon filament qualities were compared with those of normal tetramolters as control.

1. The percentage of precocious trimolters was higher in the application of KK-42 than the treatment of high temperature. The effective concentration of KK-42 was 10 μ g/larva. The high temperature treatment for 48 hour was more effective than 36 hour treatment, and silkworm larvae fed on mulberry leaves were more sensitive than artificial diet to induce trimolters.
2. The larval duration of the trimolters induced by KK-42 was 5.17 day shorter than that of normal tetramolters in mulberry leaves rearing, and the increasing pattern of body weight in the 4th instar larvae of trimolters was similar to the 5th instar larvae of normal tetramolters.
3. The qualities such as cocoon weight, cocoon layer weight and cocoon layer ratio of precocious trimolter induced by KK-42 were much lower those of normal tetramolters: the cocoon weight and cocoon layer ratio were 0.78g, 14.2cg and 18.4% in mulberry leaves rearing, and 0.86 cg, 10.3cg and 12.3% in artificial diet rearing, respectively.
4. The size of cocoon and cocoon filament was smaller in the precocious trimolter, both KK-42 and high temperature, as compared with that of the normal tetramolters.
5. The efficiency of cocoon layer production of the precocious trimolters by the KK-42 was lower than that of the normal tetramolters: amount of the cocoon layer production per 1g of dry mulberry leaves ingested was 7.97cg in the precocious trimolters, while 9.20cg in the normal tetramolters.

緒 論

최근, hybrid silk 등 絹의 新素材 開發에 對應한 細織度 繭絲의 生産이 要求되고 있다.

細織度 繭絲를 生産하는 方法으로서는, 종래 遺傳的 3眠蠶이나 細織度 4眠蠶 品種을 利用할 수 있지만, 昆蟲의 幼若호르몬(JH)에 대하여 拮抗의 作用하는 抗幼若호르몬(AJH) 活性物質을 투여하여 誘發되는 早熟 3眠蠶, 또는 高溫處理를 하여 誘發되는 早熟 3眠蠶

1989年度 文數部支援 韓國學術振興財團의 自由公募課題 學術研究助成費에 의하여 研究된 것의 일부임.

을 利用할 수도 있다.

누에에 대하여 抗幼若호르몬 活性을 갖는 物質로서는, kojic acid 관련물질(村越, 1972), abietic acid 유도체(村越 등, 1975), dimethylsciadinonic 관련물질(村越 등, 1976), quinolone alkaloid 관련물질(村越 등, 1977), ETB 등의 幼若호르몬 관련물질(武井, 1976; 小森, 1981; 黄色, 1982; Kiguchi, 1982; Kiguchi 등, 1984), 푸른곰팡이균이 생성하는 蛋白質性物質(三國·河上, 1975) 및 precocene(木口, 1982) 등이 알려져 있다. 그런데, 이들 物質의 대부분은 3眠蠶의 誘發外에, 幼蟲과 蛹과의 中間體 出現이나 發育阻害 등의 副作用이 있다. 근래, 合成된 抗幼若호르몬 活性을 갖는 imidazole系 化合物들은 高率로 4眠蠶을 3眠化한다(Akai 등, 1984).

한편, 4眠蠶의 3齡期 누에를 38°C에서 36~48時間 동안 高溫處理하여도 高率로 3眠蠶이 誘發된다(岩下, 1963; 洪 등, 1987).

이와같이, 4眠蠶의 누에에 imidazole系 化合物의 투여나 高溫處理에 의해서 高率로 3眠蠶을 誘發시킬 수 있으므로, 이는 細織度 繭絲 生産의 한가지 方法으로 檢討할 가치가 있는 것으로 생각된다.

本 實驗에서는 細織度 繭絲 生産을 最終目的으로 하여, 甍인 및 人工飼料로 飼育한 4眠蠶의 누에에 抗幼若호르몬活性物質로서 imidazole系 化合物의 1種인 “KK-42”의 투여와 高溫處理에 의해 早熟 3眠蠶을 誘發시키고, 誘發된 3眠蠶의 여러가지 形質을 調査하였다.

材料 및 方法

1. 供試 蠶品種

長春蠶(蠶119×蠶120), 大成蠶(蠶125×蠶126) 및 JS 93×CS96의 3품종을 甍인 및 人工飼料(東邦油糧(株)에서 구입)로 飼育하였다.

2. 抗幼若호르몬 活性物質의 투여

活性物質은 imidazole系 化合物의 일종인 KK-42)1-Benzyle-5-[(E)-2·6-dimethyl-1·5-hetadieny]imidazole)로서 東京農工大學 農學部 菅俊一博士로부터 분양받았으며, 그 化學構造는 그림 1과 같다.

이 化合物은 白色粉末狀으로서, 물에 不溶性, 有機溶媒에 可溶性이다. AJH의 투여는 KK-42·누에 1마리당 6, 8, 10μg씩을 15μl의 acetone에 희석하여 4齡 1日째(飼食後 20時間)의 누에의 등면에 도말하였다.

3. 高溫處理

洪 등(1987)의 方法에 준하여, 1~2齡까지는 普通飼育을 하다가 3齡 飼食後 24時間째 부터 38°C로 조절한

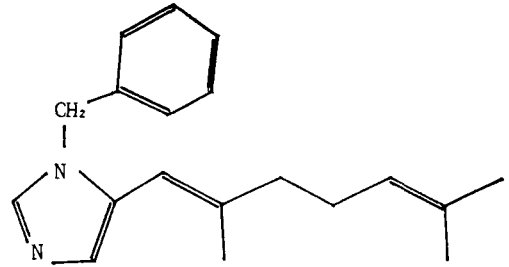


Fig. 1. Chemical structure of anti-JH analog “KK-42”

incubator 안에서 36時間 및 48時間 동안 處理한후, 다시 普通飼育을 하였다.

4. 繭絲質 調査

繭重, 繭層重 및 繭層比率의 調査는 收繭을 한 후, 切開하여 각 10개씩의 繭重과 繭層重을 조사하였다.

繭絲長, 繭絲量 및 繭絲織度 등의 調査는 處理區當 10개씩 고치를 택하여 98~100°C에 5分間 삶고, 다시 70~75°C에서 물을 고치안으로 침투시키는 과정을 2번 반복하여 고치를 삶은 후, 1粒綠絲機를 사용하여 綠絲하였다.

5. 繭絲의 크기

1粒綠絲을 하여 얻은 繭絲를 1% osmium tetroxide 溶液에 24時間동안 固定하여 증류수로 30分間 3번에 걸쳐 씻은 다음, acetone series로 脫水하여 epon 812 樹脂에 매몰하였다. 이를 ultramicrotome으로 0.5μm의 切片을 만든 후, 1% toluidine blue로 染色하여 400배율의 光學顯微鏡으로 繭絲의 크기를 관찰하였다.

6. 飼料效率 調査

大成蠶(蠶125×蠶126) 및 JS93×CS96의 품종을, 常法(平塚, 1917)에 의해 4~5齡동안의 누에의 飼料效率를 調査하였다. 즉, 實驗開始의 4齡起蠶부터 熟蠶期에 이르기까지의 食下甍인乾物量 및 消化甍인乾物量을 조사하고, 한편으로 繭質을 調査하여, 食下甍인乾物 1g當 生産되는 繭層重을 算出하였다.

結果 및 考察

1. 早熟 3眠蠶의 誘發

早熟 3眠蠶을 誘發시키기 위하여, KK-42를 acetone에 희석하여 4齡 1日째(飼食後 20時間)에 누에의 등면 피부에 투여하였다.

表 1에서 보는 바와 같이, 甍인育蠶 또는 人工飼料育蠶에 있어서 다같이 高率로 3眠蠶이 誘發되었다.

Table 1. Induction of precocious trimolters by KK-42 and high temperature.

Diets	Treatments	Level	No. of larvae used	No. of tetramolter	No. of precocious trimolter	% of precocious trimolter
Mulberry leaves	KK-42	6 μ g/larva	115	41	71	64.3
		8 μ g/larva	118	21	97	82.2
		10 μ g/larva	178	7	171	96.1
	High temp.	36hr.	359	224	115	32.0
		48hr.	270	130	140	51.9
Artificial diet	KK-42	8 μ g/larva	89	13	76	85.4
	High temp.	36hr.	105	100	5	4.8

Silkworm variety used: Changchunjam(Jam119×Jam120)

早熟 3眠蠶을 誘發하는데 가장 효과적인 濃度範圍를 알기 위하여, 미리 豫備實驗의 結果로 부터 判斷해서, 마리당 6 μ g, 8 μ g, 10 μ g을 투여한 結果, 10 μ g/마리를 투여한 경우에 早熟 3眠蠶比率이 96.1%로서, 가장 높았다.

Kuwano등 (1985)은 4齡期の 누에에 10 μ g/마리의 KK-42를 투여한 結果, 早熟 3眠蠶比率이 100%로서, 高率로 3眠蠶이 誘發되었으나, 本 實驗에서의 早熟 3眠蠶比率은 96.1%로서 다소 낮았다. 이와같이, 本 實驗에 있어서와 Kuwano 등의 實驗에 있어서의 早熟 3眠蠶比率의 差異는 斷定할 수는 없으나 아마도 KK-42 自體의 純度, 사용한 누에品種, 飼育環境 등이 차이에 起因된 것으로 생각된다.

한편, 高溫處理에 의한 早熟 3眠蠶의 誘發은 甁잎育蠶 및 人工飼料育蠶 모두 KK-42 투여구 보다 3眠蠶 誘發比率이 낮았다. 특히, 甁잎育蠶에 비하여 人工飼

料育에 있어서 그 誘發比率이 더 낮은데, 이는 飼料의 質的 差異에 起因된 것으로 생각되나, 이부분에 대해서는 앞으로 좀더 상세히 검토되어야 할 것으로 생각된다.

高溫處理의 時間에 있어서, 甁잎育蠶의 3齡 飼食後 24時間째의 누에를 38°C에, 36時間 또는 48時間동안 處理한 경우, 48時間동안 處理한 것이 36時間동안 處理한 것보다 3眠蠶 誘發比率이 높았다. 또한, 洪등 (1987)도 甁잎育蠶의 3歲 飼食後 6時間째의 누에를 24時間 또는 36~48時間 동안 處理한 結果, 36~48時間 동안 處理한 것이 24時間동안 處理한 것 보다 3眠蠶 誘發比率이 높았던 것으로 보아, 高溫處理에 의한 3眠蠶 誘發은 長時間 處理가 短時間處理보다 效果의 이라 생각되나, 長時間處理에 따른 實用形質의 低下 등도 고려하여야 될 것으로 본다.

2. 早熟 3眠蠶의 成長

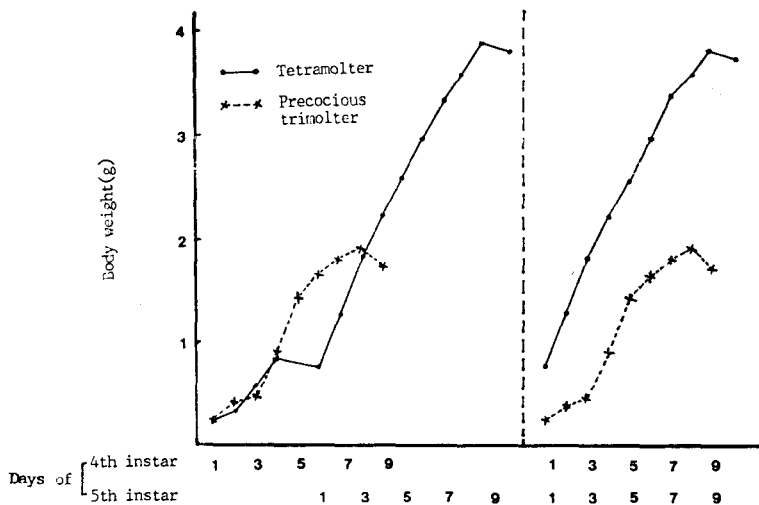


Fig. 2. Growth of precocious trimolters induced by KK-42 during last instar. Silkworm variety used: changchunjam.

KK-42의 투여에 의해서誘發된 3眠蠶이 對照의 4眠蠶에 비하여 어떠한 成長의 特性이 있는지를 알기 위하여 그 成長曲線을 調査하였다(그림 2).

KK-42를 4齡期에 투여한 경우의 4齡期の 成長曲線은 4齡蠶의 4齡期와는 달리, 5齡期에 가까운 終齡期型의 패턴을 나타내었다. 이는 赤井 등(1988)이 抗幼若 호르몬 活性을 가진 imidazole系 化合物의 1種인 SSP-11를 4齡期에 투여한 경우 4齡期(終齡期)의 成長曲線 패턴과 같은 경향이였다.

終齡期 누에의 最大體重을 보면, 對照의 4眠蠶은 3.8g 인데 비하여 KK-42에 의한 早熟 3眠蠶은 1.8g으로서, 4眠蠶을 100으로 한 指數를 나타내면 早熟 3眠蠶은 47에 불과하다(그림 2).

3. 早熟 3眠蠶의 繭質

表 3에 早熟 3眠蠶의 全齡經過日數와 繭質을 표시하였다.

對照의 4眠蠶의 全齡經過日數를 보면, 甍繭육잡의 경우 27.1일이고, 人工飼料育蠶의 경우 26.0일이었다.

KK-42에 의한 早熟 3眠蠶의 全齡經過日數를 보면, 甍繭육잡의 경우 21.8일이고, 人工飼料育蠶의 경우 24.0일이었다. 따라서, 早熟 3眠蠶의 全齡經過日數는 4眠蠶에 비하여 甍繭육잡의 경우 5.16일, 人工飼料育蠶의 경우 2일 단축되었다. 神田 등(1985)도 KK-42를 4齡期の 누에에 투여한 結果, 早熟 3眠蠶의 全齡經過日數가 4眠蠶에 비하여 약 4일 단축되었다고 했다.

한편, 高溫處理에 의한 早熟 3眠蠶의 全齡經過日數는 甍繭육잡의 경우 불과 1.13일 단축되었다. 이와같이, 高溫處理에 의한 早熟 3眠蠶의 全齡經過日數가 KK-42에 의한 早熟 3眠蠶에 비하여 적게 단축되는 것은, 高溫處理에 의해서 處理 당시의 3齡期間이 오히려 2~3일 연장되기 때문이다.

KK-42에 의한 早熟 3眠蠶의 繭質을 보면, 甍繭육잡의 경우에 繭重 0.78g, 繭層重 14.2cg, 繭層比率 18.4

%이고, 人工飼料育蠶의 경우에는 繭重 0.86g, 繭層重 10.3cg, 繭層比率 12.3%로서, 對照의 4眠蠶에 비하여 繭質이 상당히 낮다.

한편, 高溫處理에 의한 早熟 3眠蠶의 繭質을 보면, 甍繭육잡의 경우 繭重 1.18g, 繭層重 27.9cg, 繭層比率 23.9%로서, 4眠蠶에 비하여 상당히 낮지만, KK-42에 비한 早熟 3眠蠶의 繭質보다는 높은 편이다.

4. 繭絲質

表 3은, KK-42의 투여 및 高溫處理에 의해서 얻은 早熟 3眠蠶繭과 對照 4眠蠶繭에 대한 繭絲質과 1粒線絲의 結果이다.

KK-42의 투여에 의한 早熟 3眠蠶繭의 繭絲質은 4眠蠶에 비하여 繭의 길이 193mm, 폭 95mm로서 繭이 작고, 繭絲의 길이 873m, 무게 135mg로서 繭絲量도 적은 것처럼 繭絲織度 역시 1.39d로서 상당히 가늘다.

한편, 高溫處理에 의한 3眠蠶繭의 繭絲質도 4眠蠶에 비하여 繭이 작고 繭絲量도 적지만, 繭絲織度는 1.88d로서 대조보다는 가늘었으나 KK-42보다는 다소 굵었다.

神田 등(1985)이 KK-42를 투여해서 얻은 3眠蠶繭의 繭絲織度는 1.17~1.25d로서, 本實驗에 있어서 KK-42에 의한 3眠蠶繭의 繭絲織도와 큰 차이가 없었다(그림 3 및 표 3).

5. 繭絲의 크기

早熟 3眠蠶繭들의 繭絲의 크기를 그림 4에 표시하였다.

KK-42에 의한 早熟 3眠蠶繭의 繭絲의 크기는, Akai 등(1984)의 報告와 마찬가지로, 對照의 4眠蠶繭의 繭絲에 비하여 상당히 작았다.

한편, 高溫處理에 의한 早熟 3眠蠶繭의 繭絲도, KK-42에 의한 早熟 3眠蠶繭의 繭絲와 같이, 4眠蠶繭의 繭絲에 비하여 상당히 작았다.

이와같이, 早熟 3眠蠶繭의 繭絲가 4眠蠶繭에 비하여

Table 2. Larval duration and cocoon qualities of the precocious trimolters induced by KK-42 and high temperature.

Diets	Treatments	Larval duration	Cocoon weight	Cocoon layer weight	Cocoon layer percent	Remarks
		days. hours	g	cg	%	
Mulberry leaves	Control	27.02	2.09	50.9	24.7	Tetramolter
	KK-42	21.19	0.78	14.2	18.4	Trimolter
	High temp.	24.19	1.18	27.9	23.9	Trimolter
Artificial diet	Control	26.00	2.35	47.5	20.4	Tetramolters
	KK-42	24.00	0.86	10.3	12.3	Trimolters

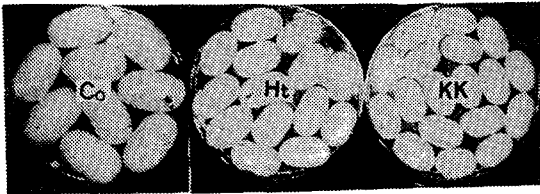
Silkworm Variety used: Changchunjam

Table 3. Comparison of cocoon size and cocoon filament characteristics between precocious trimolters and normal tetramolters.

Treatments	Cocoon length	Cocoon width	Cocoon filament length	Cocoon filament weight	Cocoon filament size	Remarks
Control	mm 308	mm 166	m 1,466	mg 484	denier 2.97	Tetramolter
KK-42	193	95	873	135	1.39	Trimolter
Hiht-temp.	237	127	1,184	247	1.88	Trimolter

Silkworm variety used: Changchunjam

MULBERRY LEAVES



ARTIFICIAL DIET

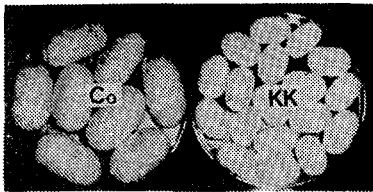


Fig. 3. Cocoon sizes from the precocious trimolting larvae treated with KK-42 and high temperature.

Co: Cocoons from normal tetramolting larvae(control)
 Ht: Cocoons from larvae treated with high temperature.
 KK: Cocoons from larvae treated with KK-42

상당히 작은 것은 그 繭絲織도가 작기 때문이라 생각된다(그림 4).

6. 早熟 3眠蠶의 飼料效率

KK-42에 의하여 早熟 3眠蠶을 誘發할 경우에, 繭은 작지만, 飼育日數가 단축된다. 그러므로, 飼料(뽕)의 利用效率이라는 관점에서 3眠蠶繭 生産의 有利性 여부를 검토하였다.(表 4).

KK-42의 투여에 의한 3眠蠶이 4齡期(終齡期)에 食下하는 뽕잎량은 乾物量으로 환산해서 1.48g(大成蠶), 1.46g(JS93×CS96)이다. 이에 반하여 對照의 4眠蠶의

4·5齡期の 食下量은 3.98g(大成蠶), 3.84g(JS93×CS96)이다.

食下乾物 1g當 繭層 生産量은 早熟 3眠蠶의 경우, 7.97cg(大成蠶), 9.24cg(JS93×CS96)이고, 4眠蠶의 경우 9.20cg(大成蠶), 9.61cg(JS93×CS96)이다.

따라서, KK-42에 의해서 유발된 早熟 3眠蠶의 飼料效率은 4眠蠶에 비하여 낮은 편이다. 그러나 早熟 3眠蠶의 飼料效率은 品種간에 큰 차이(大成蠶, JS93×CS96)가 있어 3眠蠶 誘發에 의한 細織度繭絲의 生産에 있어서는 品種의 選擇問題가 중요시되는바, 이 점에 대해서는 추후 調査할 예정이다(표 4).

摘 要

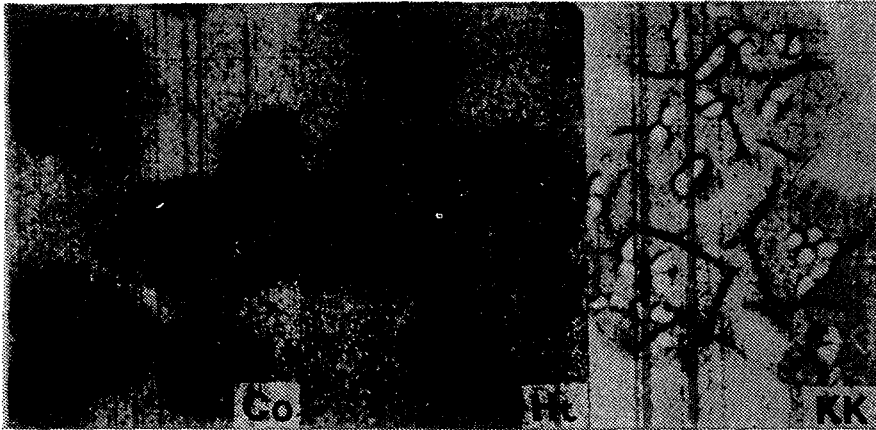
細織度繭絲의 生産을 最終目的으로 해서, imiazole系抗幼若호르몬 活性物質의 1種인 “KK-42”의 투여와 高溫處理에 의해서, 효과적인 早熟 3眠蠶의 誘發條件을 探索하고, 誘發된 3眠蠶의 成長, 飼料 效率 및 繭絲質을 調査한 결과는 다음과 같다.

1. KK-42의 투여에 의하여 高率로 早熟 3眠蠶이 誘發되었다. 효과적인 KK-42의 濃度는 10μg/마리 이었다. 한편, 高溫處理에 의한 早熟 3眠蠶의 誘發은 KK-42의 투여에 비하여 적었고, 3齡누에를 38°C에서 48時間 處理한 것이 36時間處理한 것보다 效果의이었다.

2. KK-42에 의한 早熟 3眠蠶의 最大體重은 약 1.8g로서, 對照의 4眠蠶에 비하여 상당히 가벼웠고, 4齡期の 成長은 4眠蠶의 5齡期에 가까운 終齡期的 패턴을 나타내었다.

3. KK-42의 투여와 高溫處理에 의한 早熟 3眠蠶의 經過日數는 對照의 4眠蠶에 비하여 상당히 단축되었다. 특히, 뽕잎속에 있어서 KK-42에 의한 早熟 3眠蠶의 經過日數는 4眠蠶에 비하여 5.17일 단축되었다.

4. 早熟 3眠蠶의 繭과 繭絲織도는 對照의 4眠蠶에 비하여 상당히 작고 가늘었다. 즉, 早熟 3眠蠶繭의 繭絲織도는 KK-42를 處理한 경우 1.39d이고, 高溫處理한 경우 1.88d이었다.



50 μ m

Fig. 4. Sizes of cocoon filament of pre-coious trimolters treated with KK-42 and high temperature.
 Co: Cocoon filaments from normal tetramolting larvae (control)
 Ht: Cocoon filaments from larvae treated with high temperature.
 KK: Cocoon filaments from larvae treated with KK-42

Table 4. Comparative dietary efficiency between KK-42 treated trimolters and normal tetramolters, during 4th to 5th instar.

Treatments	Variety	Laval Stage	No. of larvae used	dry wight of		Approximate digestibility	Cocoon layer weight	Amount of cocoon layer produced per 1g of dry matter ingested
				ingested	digested			
Control	Daesong-jam	4th instar	79	0.43 ^g	0.18 ^g	41.9 [%]	36.6 ^{cg}	9.20 ^{cg} (100)
		5th instar	50	3.33	1.37	38.6		
		Total		3.98 (100)	1.55 (100)	38.9		
	Js93×Cs96	4th instar	109	0.38	0.15	39.5	36.9	9.61 (100)
		5th instar	50	3.46	1.28	37.0		
		Total		3.84 (100)	1.43 (100)	37.2		
KK-42 treatment	Daesong-jam	4th instar	39	1.48 (37)	0.48 (31)	32.4	11.8	7.97 (87)
	Js93×Cs96	4th instar	44	1.46 (38)	0.49 (34)	33.6	13.5	9.24 (96)

5. 早熟 3眠蠶繭의 繭絲크기는 KK-42의 투여나 高温處理나 다같이 對照의 4眠蠶에 비하여 상당히 작았다.

6. KK-42에 의한 早熟 3眠蠶의 飼料效率은 對照의 4眠蠶에 비하여 낮은 편이었다. 즉, 早熟 3眠蠶(大成蠶)의 繭層重 1g當 食下乾物喂量은 7.97cg인데 비하여 對照의 4眠蠶은 9.20cg이었다.

引用 文 獻

Akai, H., K. Kimura, M. Kiuchi and A. Shibukawa

(1984) Effects of anti-juvenoid treatment on cocoon and cocoon filaments in *Bombyx mori*. J. Seric. Sci. Jpn. 53:545-546.

神田俊男・木口憲爾・村山穰助・青木 昭高橋 保・神田千鶴子・吳 玉 澄・桑野榮一・江藤守總(1985) 幼若ホルモノ活性物質 “KK-42”による 早熟 3眠蠶의 誘導と組織度 3眠蠶網絲의 織物への利用. 日本, 蠶絲試驗場報告 30(1):123-149.

Kignchi, K.(1982) Effects of anti-juvenile hormones

- (ETB and Precocene II) on the development of the silkworm, *Bombyx mori*. Abstracts of the 5th international congress of pesticide chemistry: 111c-3.
- Kignchi, K., T. Mori and H. Akai(1984) Effects of anti-juvenile hormone "ETB" on the development and metamorphosis of the silkworm. *Bombyx mori*. J. Insect physiology 30:499-506.
- 木口憲爾(1982) 抗幼若ホルモニ活性物質 "precocene" の家蠶に對する早熟變態誘起作用. 日本 第52回 講要 53.
- Kuwano, E., R. Takeya and M. Eto (1985) Synthesis and anti-juvenile hormone activity of 1-substituted-5-[E] 2, 6-dimethyl-1, 5-heptadicyliimidazole. Agric. Biol. Chem. 49(2):483-489.
- 小森三郎(1981) 家蠶における眠性に關する遺傳學的並びに生理學的研究. 長野蠶試報 71:1-92.
- 洪起源・孫基旭・柳江善・李相豊(1987) 4眠蠶의 3眠蠶誘發利用에 관한 研究. 1987年度 韓國蠶絲學會秋季學術研究發表資料 10-11.
- 平塚英吉(1917) 家蠶の榮養に關係する研究. 蠶試報 2: 353-412.
- 李相徳(1990) 早熟 3眠蠶의 誘發과 그 特性. 서울大學校大學院 碩士學位論文, 1-50.
- 三國辰男・河上清(1975) カイユの脱皮・變態におよぼす綠きょう病菌(spicaria prasina) 生産物質の 影響. 應動昆 19:203-207.
- 村越重雄(1972) こうじ酸の 經口投與による 4眠交雜種からの 3眠蠶出現について. 應動昆 16:111-113.
- 村越重雄・中田忠・大塚晏失(1975) カイユへのアピエチン酸 誘導體の經口投與による 3眠蠶の 出現. 應動昆 19:267-272.
- 村越重雄・磯貝彰・上門敏也(1976) アボガド生葉に含まれる 植物成分 および關連化合物のカイユの 生育に 影響について. 應動昆 20:87-91.
- 村越重雄・上門敏也・田村三郎(1977) 數種キノロンアルカロイドによる カイユの眠性と 體色の變化. 應動昆 21:230-232.
- 黄色俊一(1982) 家蠶の1, 2および3齡幼虫に對する JH 投與. 日蠶 第52回講要, 53.
- 武井輝雄(1976) 蠶および4齡での 幼若ホルモニ投與の 影響. 日本關東支部 第27回 講要, 33.