

유약호르몬류 투여가 누에 성충화 발육에 미치는 영향

成洙一 · 林奉鶴 · 姜玼雅*

水原大學校 理科學部 *農村振興廳 蠶業試驗場

Effect of Juvenile Hormone Analogue(JHA) on the Adult Development of the Silkworm, *Bombyx mori*

Su Il Seong, Bong Hag Lim and Hyun Ah Kang*

College of Natural Science, The University of Suwon, Suwon, Korea

*Sericultural Experiment Station, RDA, Suwon, Korea

Abstract

Treatment of juvenile hormone analogue(JHA) at the 5th instar larvae prolonged the duration of adult development one to one and half days as well as the elongation of feeding time with the increasing of larval body weight. Morphological observation and protein analysis in hemolymphs, integuments, alimentary canals, fat bodies and ovaries also revealed that the development of these tissues and organs for adultation are affected by the JHA treatment.

Key words : Silkworm, JHA, adult development

序 論

곤충의 탈피와 변태를 지배하는 유약호르몬(Juvenile hormone, JH)의 생리적 기능과 분자구조가 밝혀진 이후, 여러 유기화학자들에 의해 methoprene, hydroprene, triprene, kinoprene 등 다수의 JH 類化合物(juvenile hormone analogue, JHA)들이 합성되었다(鳥田, 1982). 이들 JHA 가운데는 천연의 JH 보다 강력한 호르몬 활성을 나타내는 것들도 있어 근래 JHA를 이용한 소위 무공해 농약으로의 개발이 강구되고 있다.

한편, 누에 5령 유충에 JHA수용액을 처리하면 섭식기간이 1-2일 연장되고, 그 결과 누에의 체중증대와 함께 견사선의 비대성장으로 고치의 크기가 증가하는데, 실제 양잠농가에서는 오래전부터 고치생산증대 및 누에유리기 경과조절을 목적으로 JHA를 사용하여 오고 있다. 이러한 JHA의 양잠에서의 이용은 고치생산증대와 경영개선효과라는 경제성으로 인하여 지금까지 많은 연구자들에 의해 활발한 연구가 진행되어

왔는데 주로 JHA에 의한 누에 발육제어기구 해명고치생산의 극대화를 위한 JHA의 투여 방법의 개발에 대하여 연구가 집중되어 왔다(Akai and Kobayashi, 1971; Akai *et al.*, 1971; 室賀等, 1975; 武井, 1976; 小針·赤井, 1978; 瀬川·赤井, 1981; 赤井等, 1984; 鷺田, 1984; 赤井等, 1985). 그러나 JH에 의한 누에 발육제어기구 해명에 관한 연구는 견사선의 발육과 견물질 생산을 중심으로 한 終齡期の 누에가 주요 연구 대상이 되고 있을 뿐, JH가 화용 이후의 성충화발육에 미치는 영향에 대해서는 거의 조사 보고된 바가 없는 실정이다. 본 연구는 누에 5령 유충에 대한 JHA의 투여가 화용 후 번데기 기간 중에 이루어지는 각종 조직, 기관의 성충화 발육에 미치는 영향을 조사하고, 얻어진 실험결과에 대한 내분비학적 고찰과 아울러 JHA가 잠중생산증대를 위한 이용 가능성에 대해 검토하여 보았다.

材料 및 方法

1. 누에품종 및 사육

누에품종은 교잡종인 백옥잠을 사용하였고 누에는 뽕잎 또는 인공사료(동방유량)로 사육하였다. 누에사육, 선통보호 및 번데기의 보호온도는 25°C를 기준으로 하였다.

2. JHA 처리

JHA 약제는 현재 일반 양잠농가에서 고치의 増絲劑로 사용하고 있는 마니나(methoprene 6.25 mg/5 ml, 이산화화 제조)를 사용하였다. JHA의 처리농도, 처리시기 등은 마니나의 일반적 사용법에 준하여, 처리 당일 마니나 원액의 500배 수용액을 만들어 5령 첫밥 48시간째의 누에를 수초간 浸漬 처리하였다.

3. 누에발육 조사

누에의 발육에 따른 경과 일수와 체중의 변화를 조사하였다. 경과 일수는 누에의 섭식기간, 토사기간(전용기간), 번데기기간 등을 조사하였고 누에의 유충체중은 JHA 처리 당일부터 토사 개시일까지의 일별 체중변화를 매일 일정시간에 측정하였고 필요에 따라 용화탈피 직후의 번데기의 체중도 조사하였다.

누에 발육에 따른 형태변화는 번데기의 조직 및 기관에서 이루어지는 성충화 발육 정도를 조사하였다. 즉 성충화발육에 따라 각 조직 및 기관별로 관찰되는 특성의 형태적 특징을 marker로 하여 성충화발육 정도를 비교하였다. 성충화 발육 정도를 가늠하는 형태적 특징으로, 피부는 cuticle에서의 번데기-성충 apolysis가 일어나는 시점을 기준하였고, 소화관은 직장낭(rectal sac)의 생성시기를, 또 지방체는 그 번데기 지방체의 붕괴시기를, 그리고 난소는 난소소관의 발육상태를 각각 기준으로하여 비교하였다.

4. 단백질 추출

혈액은 분석에 필요한 시기에 암누에로부터 적당량 채취하였고, 채혈시 소량의 phenylthiourea를 첨가하여 혈액의 melanosis를 방지하였다. 채취한 혈액은 10,000 rpm에서 10분간 저온 원심분리한 후 그 상등액을 사용시까지 -20°C에 보관하였다.

지방체, 난소(난소소관)로부터의 가용성 단백질 추출은 우선 누에로부터 적출한 이들 조직을 PBS로 충분히 세정하고 각 조직 新鮮重에 대해 10배액의 PBS를 넣어 마쇄한 후 12,000 rpm에서 10분간 원심하여 얻어진 상등액을 전기영동분석에 사용하였다.

5. Polyacrylamide gel의 전기영동(PAGE)

Native-PAGE는 成(1984)의 방법에 따라 행하였으

며 사용한 분리 및 농축 gel의 농도는 각각 7.5%, 2.5%였다. 전기영동은 Tris-glycine 완충액(Tris 0.5 mM, glycine 3.8 mM, pH 8.3)하에서 1 mA/gel(cm)의 정전류를 통하여 5°C에서 약 2시간 영동하였으며 영동 완료된 gel은 0.05% comassie brilliant blue R250에 1일간 염색 후 7%의 acetic acid로 탈색하였다.

6. Trypan Blue(TB) 색소 실험

발육 단계별 번데기에 TB 색소를 주사하고 난소소관에 색소 이행 정도를 통해 알의 발육상태를 조사하였다. 즉 0.1%의 TB 수용액을 조제하여 발육 단계별로 번데기의 배 마디 사이를 통해 100 μl 씩 주사하고 이후 나방되기를 기다려 우화 당일 나방의 복부를 절개하여 완성란의 덩어리를 일시에 끄집어 내었다. 완성란을 PBS가 담긴 샐레에 옮긴 후 난관으로부터 알이 떨어지지 않도록 주의하며 심하게 굴곡된 8개의 난소소관을 일렬로 펼쳤다. 난소소관의 기부로부터 일렬로 배열된 완성란 가운데 TB의 착색란과 비착색란을 구별하여 계수하였다. 착색란은 TB 주사시기를 기준하여 그 때까지 아직 난각이 형성되지 않은 알로서 난모세포에의 난황물질의 이행이 진행되고 있음을 의미한다.

7. 알무게 조사

우화 당일 나방의 복부를 절개하여 8개의 각 난소소관의 基部로부터 30개씩 1마리의 나방당 총 240개의 완성란을 수집하여 PBS로 충분히 세정하고 실온에서 수시간 자연건조시킨 후 그 무게를 측정하였다.

結 果

발육경과 및 체중변화

1) 발육경과 일수

누에 유충 5령 48시간째 JHA를 투여하고 이후 발육단계에 따른 경과일수를 무처리구와 비교하였다. 표 1에서와 같이 JHA처리구는 무처리구에 비해 5령 유충의 섭식기간이 약 2일 정도 길었고 前蛹 기간은 半日, 그리고 번데기 기간은 1-1.5일 정도 각각 연장되고 있었다.

위 실험결과는 누에의 사료로 인공사료를 사용한 경우이지만 동일한 JHA처리에서도 뽕으로 누에를 사육한 경우는 5령 경과 일수가 1일 정도 연장에 그침으로써 JHA처리에 의한 섭식기간의 연장에는 사료에 따라서도 차이를 보이고 있음을 알 수 있다(그림 1, 2). 즉 누에발육을 조절하는 내분비의 작용은 영양적인 요인에 의해서도 영향을 받을 수 있다는

Table 1. Development durations of the JHA-treated silkworms and non-treated ones

Treatment	sex	5th larva		pre-pupa	pupa		
		day.	hr	day.	hr	day.	hr
JHA	female	9.	12	4.	07	11.	17
	male	9.	00	4.	09	11.	17
C	female	7.	05	4.	02	10.	05
	male	7.	00	3.	18	10.	05
JHA-C	female	2.	07	.	06	1.	12
	male	2.	00	.	15	1.	12

Hybrid silkworms, Baek-ok Jam were reared by artificial diet

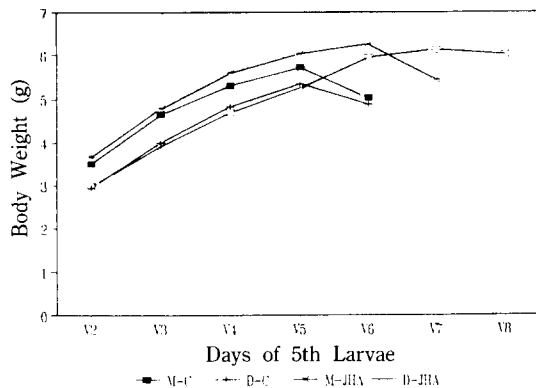


Fig. 1. Changes of female silkworm body weights during the 5th instar larval development. JHA was applied at 48hr of the 5th instar larvae. M-C, silkworms fed on mulberry leaves; D-C, silkworms fed on artificial diet; M-JHA, JHA treated silkworms fed on mulberry leaves; D-JHA, JHA treated silkworms fed on artificial diet.

실험결과인데 이점에 관해서는 다음 기회에 다시 언급하기로 한다.

이 실험에서 가장 주목을 끄는 것은 번데기 기간의 연장이다. JHA가 용화탈피 10일이나 이전인 5령 유충기에 처리되었다는 점을 감안하면 번데기 기간이 1일 이상 연장되었다는 사실만으로도 JHA가 성충화 발육에 미치는 영향을 어느 정도 감지할 수 있다.

2) 5령 유충의 일별 체중변화

누에 품종 백옥잠을 뽕잎과 인공사료로 각각 사육하고 5령 48시간째 JHA를 처리한 후 상족일(토사개시일)까지의 일별(日別)체중 변화를 암수별로 조사하였다(그림 1, 2).

뽕잎육의 경우, JHA 처리구와 무처리구에서의 체

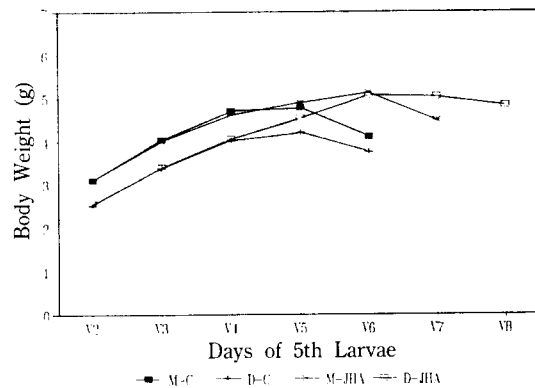


Fig. 2. Changes of male silkworm body weights during the 5th instar larval development. See Fig. 1 for further legend.

중변화의 양상은 암수에서 유사한 패턴을 나타내고 있으며 최대의 체중을 보인 그 이튿날 누에는 토사를 시작하였다. 그러나 JHA 처리구는 무처리구에 비해 최대 체중일과 누에올리기일이 각각 1일씩 늦어짐으로써 결국 섭식 기간이 1일 더 연장되는 결과가 되었다.

인공사료육의 경우, 전체적인 체중변화의 패턴은 뽕잎육의 경우와 유사하였으나 JHA 처리구에서 최대 체중일로부터 상족일까지의 체중의 감소정도가 완만하였고 무엇보다 토사개시일이 무처리구에 비해 2일 늦어짐으로써 결국 5령 섭식기간이 2일 더 연장되는 결과가 되었다. 이러한 실험결과는 뽕잎육의 결과와 비교가 되는 것으로서 사료성분의 차이에 따라 곤충의 성장, 발육에 미치는 호르몬의 작용에 다소 차이가 있음을 시사하는 흥미있는 실험결과로 간주된다.

2. 조직 및 기관의 성충화발육

1) 형태변화

JHA 처리에 의한 번데기 기간의 연장과 함께 실제 번데기의 체내에서 이루어지는 조직 및 기관의 성충화 발육 정도를 일정한 형태적 특징을 기준으로 하여 비교 관찰하였다.

(1) 피부

무처리구는 화용 5일째에 번데기 cuticle의 내부에 새로운 성충 cuticle이 형성되고 있었으며 JHA 처리구는 이보다 1일 늦게 성충 cuticle이 관찰되었다.

(2) 소화관

소화관은 직장낭(rectal sac)의 생성시기를 기준으로 조사하였다. 누에는 번데기가 되면서 일체의 섭식할

동을 중지하고 호흡활동만이 이루어지는 일종의 폐쇄계(closed system)에 들어가는데 이 때 물질대사의 최종산물은 직장이 변형되어 만들어진 직장낭 내에 주로 요산의 형태로 저장되었다가 우화 당일 몸 밖으로 배설된다. 이러한 직장낭이 무처리구에서는 화용후 5일째, 그리고 JHA 처리구에서는 제6일째 각각 형성되었다.

(3) 지방체

곤충의 지방체는 물질대사의 중추기관으로서, 특히 누에 번데기의 지방체는 성충화에 필요한 각종 물질의 공급기로서 그 기능이 중시되고 있다. 번데기의 지방체는 성충화가 완성됨에 따라 지방체의 붕괴 및 消失이 일어나는데 이러한 지방체의 붕괴가 JHA 무처리구에서는 화용후 5일째 시작되어 8일경이면 지방체의 채취가 어려울 정도인데 반해 JHA 처리구는 지방체의 붕괴가 2일 늦은 화용후 7일부터 시작되었으며 또한 우화 전일까지도 지방체의 채취가 가능하였다.

(4) 난소

난소의 관찰은 난소소관의 발육상태를 비교하였다. JHA의 처리에 관계없이 화용 후 2일째 난소소관의 이탈이 이루어졌으나 이후 난소소관의 발육은 JHA 처리구가 1일 정도 늦게 진행되었다(그림 3). 즉 난각이 분비되어 완성란의 형태를 보이기 시작하는 시기가 무처리구에서는 화용후 5일째이나 JHA 처리구에서는 화용후 6일째였다.

2) 단백질 성분변화

성충화발육에 따른 조직, 기관별 형태비교와 함께 혈액, 지방체 및 난소소관의 가용성 단백질에 대한 Native-PAGE 분석을 행하여 이들 조직의 발육 정도를 분자수준에서 비교, 검토하였다.

(1) 혈액

Native-PAGE에 의한 혈액 단백질의 분석결과,

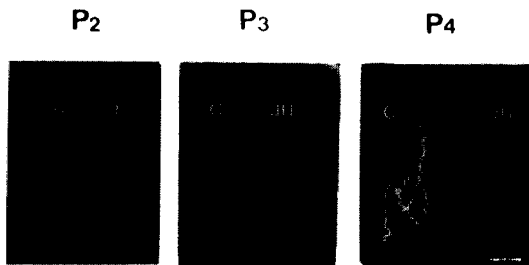


Fig. 3. Morphological changes of growing ovarioles during the early pupal stages. C, ovarioles of control silkworms; JH, ovarioles of JHA treated silkworms. P₂, P₃ and P₄ indicate 2-, 3-, and 4-day-old pupae.

JHA가 처리구와 대조구간의 단백질 성분상에는 거의 차이를 발견할 수 없었다. 그러나 번데기의 발육시기별 전기영동 band상에는 차이를 나타내 번데기형 단백질의 대표적 성분이라 할 수 있는 MHPs(Seong et al., 1985)의 소멸시기가 대조구에서는 화용 7일째 인데 비해 JHA 처리구에서는 화용 제 8일째로, JHA의 처리에 의해 번데기형 단백질 성분이 1일 정도 늦게 혈액 내에 잔류하고 있음을 알 수 있었다(그림 4).

(2) 지방체

지방체에서도 JHA 처리구와 대조구간에 단백질의 성분상의 차이는 발견할 수 없었다. 다만 앞에서도 언급한 바와 같이 JHA 처리구에서는 지방체의 퇴화가 늦어져 지방체의 시료채취가 번데기의 후반 늦게까지 가능하였고 따라서 지방체의 단백질 분석도 우화 전일까지 가능하였다(그림 5). 즉 곤충 물질대사의 중추로서의 기능을 갖는 지방체가 JHA 처리에 의해 번데기의 후반 늦게까지 성충화 발육 과정에 참여하고 있음을 알 수 있었다.

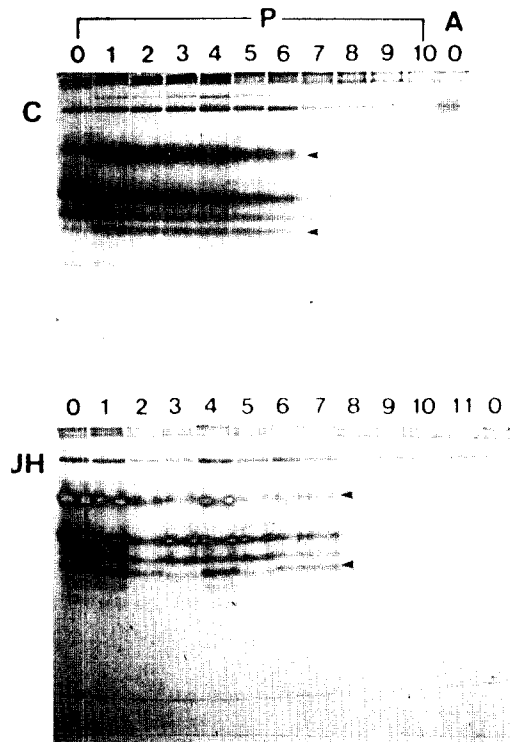


Fig. 4. Electrophoretic profile of the hemolymph proteins of the silkworms during the pupal development. C, control; JH, JHA-treated silkworms. Each number indicates the elapsed days of pupa or adult. Arrows indicate the MHPs(Seong et al., 1985).

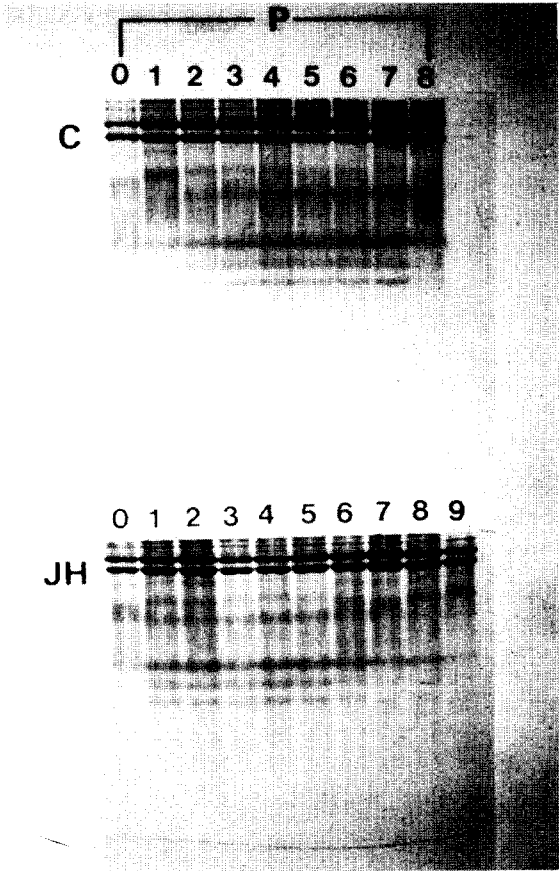


Fig. 5. Electrophoretic profile of the fat body proteins of the silkworms during the pupal development. See Fig. 4 for further legend.

(3) 난소

난소에서 단백질성분의 비교는 數種의 단백질 성분 가운데 卵特異단백질(egg specific protein, ESP)의 출현시기를 기준으로 하였다. ESP는 다른 난황 성분과는 달리 포란피막에서 합성되어 난모세포로 이행되는 특이한 단백질로서 ESP의 출현은 형태적으로는 포란피막의 완성을 의미하게 된다(Ono et al., 1975). 따라서 ESP의 출현시기를 비교하므로써 번데기 초기의 난소소관의 발육 정도의 비교가 가능하다. 단백질 분석결과 ESP의 출현시기는 대조구에서 화용후 3일, 그리고 JHA구에서 화용후 4일로 JHA구의 난소소관의 발육이 1일 정도 늦어지고 있음을 알 수 있었다(그림 6). 이와 같은 결과는 난각의 완성을 기준으로 하여 비교한 형태적 관찰과도 일치하고 있다.

이상의 JHA 처리구와 대조구 간에 조사된 혈액 및

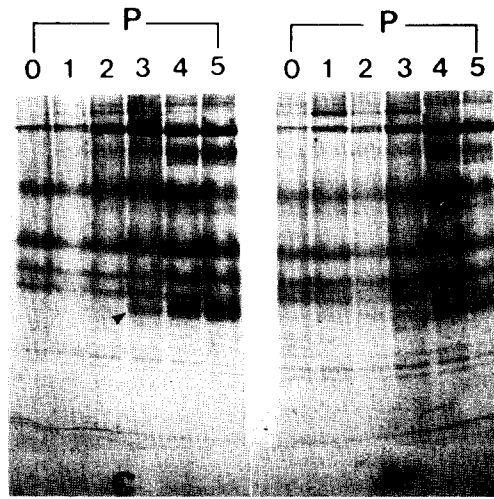


Fig. 6. Electrophoretic profile of the ovariole proteins of the silkworms during the pupal development. Arrows indicates the ESP. See Fig. 4 for further legend.

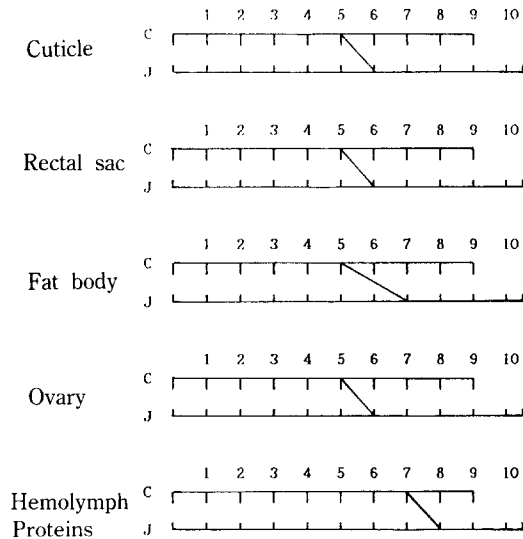


Fig. 7. Diagrammatic comparisons of morphological development in tissues and hemolymph proteins between the JHA-treated silkworms and non-treated ones. Slant lines indicate the time which show the same morphological event of adult development. C, control silkworm; J, JHA-treated silkworm. Numbers stand for elapsed day of pupae.

조직들의 성충화 발육에 따른 형태적 및 단백질 성분상의 차이를 요약하면 그림 7과 같다. 즉 개개의 조직, 기관에 따라 성충화의 발육 정도를 나타내는

시기는 다르지만 전체적으로 볼 때 성충화 발육 중의 조직, 기관은 유충기에 처리한 JHA가 영향을 받아 그들의 발육이 지연되었으며, 그 결과 성충화 완성에 소요되는 기간도 자연히 길어지는 것으로 나타났다.

3. TB 주사에 의한 알형성 조사

누에의 실질적인 알형성은 10일 남짓한 번데기 기간 중에 이루어지며 이 기간중 난소소관 내의 난모세포는 활발한 난황형성과정(vitellogenesis)을 통해 알안에 다량의 영양분을 축적해 놓는다. 난황형성시 적당한 농도의 TB색소를 번데기 체강안에 주사하면 이 색소는 난황전구물질들과 함께 난모세포내로 이행하여 알형성에 별다른 장애없이 알을 파랗게 착색시킨다. 물론 TB 주사에 의한 착색은 난각 형성 이전의 미완성란에 한한 것이며, 따라서 발육 시기별로 TB를 주사하여 난소소관의 부위별 착색상태를 조사하므로써 완성란 또는 미완성란의 판정이 가능할 수 있다. 이 곳에서는 JHA 처리구와 대조구의 번데기에 화용후 7일째부터 우화 전일까지 일별로 TB를 주사하고 우화 당일 나방의 복부를 절개하여 주사시기별 난소소관내에 형성된 완성란의 착색정도를 조사하였다.

무처리구의 화용 9일째와 10일째(우화전일)의 난소소관당 착색란수는 각각 13개, 6개인데 반해 같은 시기의 JHA 처리구에서는 35개, 20개로 JHA 처리에 의해 알형성에 필요한 난황축적이 1일 이상 늦게 이루어지고 있음을 알 수 있다. 표 2의 결과만을 볼 때 알완성의 시간적 차이는 있지만 양 처리구간의 조란수에서는 별 다른 차이를 보이지 않고 있는데 여기서 JHA 처리구는 번데기 기간이 1일 이상 길었다는 사

Table 2. Number of eggs pigmented by injection of trypan blue

Time of TB injection	JHA			Control		
	No. of pigment	No. of non-pigment	total	No. of pigment	No. of non-pigment	total
P ₇	62	17	89	48	34	82
P ₈	51	28	79	24	51	75
P ₉	35	41	76	13	69	82
P ₁₀	20	58	78	6	75	81
P ₁₁	9	72	81	—	—	—

Each number represents the mean of the eggs in an ovariole counted from three moths. A hundred µl of 0.5% trypan blue solution was injected into pupal abdomen on the day of 7, 8, 9, 10 and 11 after pupal ecdysis.

Table 3. Comparisons of pupal body- and mature egg-weights between JHA treated and non-treated silkworms

	JHA		Control	
	Pupal body wt.(g)	Egg wt.(g)	Pupal body wt.(g)	Egg wt.(g)
1	1.7321	0.1502	1.4997	0.1489
2	1.8480	0.1503	1.4490	0.1400
3	1.7518	0.1600	1.6916	0.1485
4	1.6897	0.1493	1.6173	0.1501
5	1.9234	0.1563	1.5431	0.1482
6	1.7595	0.1533	1.5524	0.1503
7	1.7526	0.1492	1.6444	0.1434
8	1.6186	0.1488	1.5692	0.1474
9	1.6930	0.1453	1.6904	0.1497
10	1.7069	0.1484	1.6978	0.1450
Mean	1.7426	0.1511	1.5955	0.1472
± sd	± 0.0857	± 0.0043	± 0.0866	± 0.0033
CV	4.9018**	2.8388**	5.4283**	2.2764**

Newly ecdysed pupae and 240 mature eggs prepared from a female moth were weighed. See the materials and methods for further explanations

실을 상기할 필요가 있다. 즉, 알형성이 나방의 완성 때까지 계속 진행된다고 볼 때 JHA 처리에 의한 번데기 기간의 연장은 알형성을 위한 餘分의 시간을 제공해 줌으로써 체내의 조란수를 증가시킬 수 있을 것으로 생각되어진다.

4. 알무게 조사

JHA 처리구와 무처리구 별 화용 당일의 체중과 우화 당일 나방의 복부로부터 수집한 완성란의 무게를 측정하였다. 표 3에서와 같이 JHA 처리구는 대조구에 비해 화용 당일의 체중은 약 10%, 알무게는 약 2% 각각 무거운 것으로 나타나 유충 5령기의 JHA 처리는 번데기의 체중은 물론 알의 무게에도 어느 정도 영향을 미치고 있음을 알 수 있었다. 그리고 JHA 처리구와 대조구간의 유의성 검정에서는 코도의 유의성이 인정되었다(표 3).

考 察

지금까지의 JHA의 투여에 의한 누에의 발육제어 해명에 관한 연구는 건사선의 발육 및 건물질생산을 중심으로 한 종령 유충기의 누에를 중심으로 이루어져 왔다. 몇몇 연구자들에 의해 나방의 조란수 및 산란수에 미치는 JHA의 영향에 관한 일부의 보고가 있

지만 대부분 JHA에 의한 잠중생산증대라는 실용적 연구에 치우쳐 있고 JHA의 성충화발육에 미치는 생리적 영향에 관한 기초연구는 거의 보고된 바 없다(原田, 1975; 太田·遠藤, 1976; 大槻·神田, 1978; 木村, 1986).

본 실험결과를 통해 5령 유충기에 투여한 JHA는 성충화발육을 지연시키고 있음이 밝혀졌다. 대조구에 비해 1~1.5일 번데기 기간의 연장과 함께 혈액, 피부, 소화관, 지방체, 난소등 번데기의 주요 기관들의 성충화 발육이 주로 번데기의 초기에서 중기에 걸쳐 지연되고 있음이 이들 기관들의 형태변화 및 단백질 성분분의 조사를 통해 확인되었다. JHA의 처리에 의해 유충기간 및 토사(전용)기간이 연장됨은 쉽게 납득할 수 있는 사실이지만, 용화탈피 10일이나 이전에 처리한 JHA가 번데기 기간의 연장 및 체내의 각종 기관들의 성충화 발육까지 지연시킨다는 사실은 흥미 있는 실험결과로 생각되어진다. 본 실험의 경우 5령 유충 48시간째 투여한 JHA가 과연 직접 성충화 발육에 관여하고 있을지는 의문이다. 일반적으로 5령 누에의 초기에 알라타제의 환성으로 분비된 JH는 이후 5령 말기와 前蛹期에 높은 활성을 보이는 JH 특異에스테라제의 출현과 함께 대부분 분해되는 것으로 알려지고 있는데(諸星, 1979; 孫, 1987) 이 때 외부에서 투여한 JHA도 이 효소에 의해 완전히 분해되는 것인지 혹은 어느 정도 체액 내에 잔존하고 있는지는 확실하지 않다. 여하튼 JHA 투여 누에는 자신의 CA에서 분비되는 JH 외에 여분의 JH성물질(JHA)로 말미암아 체내 각 조직 기관에서의 발육프로그램이 수정되고 그 결과 유충기간의 연장을 유도하는 것으로 생각된다. 이러한 과잉의 JH에 영향을 받는 기관중 전흉선을 지적할 수 있다. 누에의 성충화발육이 전적으로 ecdysone에 지배를 받고 있음을 상기하면(Sakurai and Hasegawa, 1969; Chatani and Ohnishi, 1976, 善後·瀬川, 1987), JHA의 처리누에의 경우 과잉의 유약호르몬 물질에 의한 전흉선의 분비 활성 지연과 이에 따른 ecdysone 분비의 지연은 결국 용화 이후의 발육까지 영향을 미쳐 성충화발육의 지연을 초래하는 것으로 생각되어진다.

번데기의 누에 혈액중의 ecdysone 농도는 토사 당일부터 분비가 시작되어 화용 전일 1차 peak를 나타내고 화용과 함께 일시 감소한 후 다시 농도가 증가하여 화용 3~4일 경에 최대의 피크를 보인다(Nagata, 1993). 당 연구실에서 EIA법에 의한 누에 혈액의 ecdysteroid 농도를 측정하여 본 결과 화용 이후의 호르몬 증가 추세가 대조구에 비해 약 1일 정도 늦어짐으로써 JHA에 의한 성충화발육 지연에 대한 이

상의 내분비학적 해석을 뒷받침해 주고 있다(미발표).

JHA처리가 알형성에 미치는 영향에 관해서는 난형성기간의 연장에 의한 알무게의 증가와 함께 조란수의 증가 가능성을 보여줌으로써 우리의 관심을 끌고 있다. TB색소 실험을 통해서도 확인된 바와 같이 전체적인 번데기 기간의 연장은 난황형성을 비롯한 조란기간의 연장을 가능케 함으로써 자연 퇴화란의 감소와 함께 조란수의 증가를 가져오게 되는데 실제 당연구실에서 조사한 바에 의하면 JHA처리에 의해 5~10%의 조란수 증가효과가 나타나고 있다(미발표). JHA처리에 의한 조란수의 증대는 알무게의 증가와 함께 여러가지 실용형질상의 검토가 뒤따라야겠지만 본 실험을 통해 알의 질적 및 양적형질에 JHA가 어느 정도 관여하고 있음이 확인된 이상 잠중생산에서의 JHA의 활용방안도 추후 강구해 볼만한 연구과제로 생각되어진다.

摘 要

누에 5령 유충에 유약호르몬 유엔화합물(JHA)인 “마니나”를 투여하여 JHA처리 후의 누에 성장 및 성충화발육에 미치는 영향에 관하여 조사하였다. JHA는 5령 유충의 섭식기간의 연장과 이에 따른 체중의 증가를 가져왔으며 성충화 발육 기간도 1~1.5일 연장시켰다. 혈액, 피부, 소화관, 지방체, 난소 등에 관한 형태 및 단백질 성분변화를 조사한 결과 이들 조직, 기관들 역시 JHA에 의해 성충화 발육이 1-2일 정도씩 지체되고 있음이 밝혀졌다. JHA의 성충화 발육의 지연에 대한 내분비학적 고찰과 잠중생산 증대를 위한 JHA의 이용 가능성에 대하여 검토하였다.

引 用 文 獻

- Akai, H. and M. Kobayashi (1971) Induction of prolonged larval instar by the juvenile hormone in *Bombyx mori*. (Lepidoptera: Bombycidae). Appl. Ent. Zool. 6: 138-139.
- Akai, H., K. Kiguchi and M. Mori (1971) Increased accumulation of silk protein accompanying JH-induced prolongation of larval life in *Bombyx mori* L. (Lepidoptera: Bombycidae). Appl. Ent. Zool. 6: 218-220.
- 赤井 弘 · 澁川明郎 (1984) 幼若ホロモン剤投與による家蠶の高重量繭. 日蠶雜 53(1): 77-80.
- 赤井 弘 · 木村敬助 · 木内 信 · 澁川明郎 (1985) 幼若ホロモン剤の複数回投與による増絲效果の向上. 日蠶雜 54: 297-299.
- Chatani, F. and E. Ohnishi (1976) Effect of ecdysone on the ovarian development of *Bombyx* silkworm. Develop. Growth. Differ. 18: 481-484.

- 普後 一・瀬川素子 (1987) 除腦雄通體內でのカイコが5齡幼蟲の卵巢の發育. 應動昆, **31**(3): 254-257.
- 木村敬助・木内 信・赤井 弘 (1986) 幼若ホルモン及び抗幼若ホルモン活性物質の家蠶の産卵性に及ぼす影響. 日蠶雜 **55**(4): 335-337.
- 小針要吉・赤井 弘 (1978) 幼若ホルモン劑“マソタ”の投與試験. 日蠶雜 **47**(4): 315-319.
- 諸星靜次郎 (1976) 蠶の發育生理. 學會出版センター: 107.
- 室賀明義・中島正雄・青森悳二・小澤洋一・新村正純 (1975) 合成幼若ホルモンの育蠶への利用に関する研究. 日蠶雜 **44**: 267-273.
- Nagata, M. (1993) Personal communication.
- 大槻良樹・神田俊男 (1978) 5齡期に幼若ホルモン様活性物な投與した原種(日131號および支131號)の産卵性. 蠶絲研究 **107**: 91-101.
- Ono, S., H. Nagayama and K. Shimura (1975) The occurrence and synthesis of female-and egg-specific proteins in the silkworm, *Bombyx mori*. Insect Biochem. **5**: 313-329.
- Sakurai, H. and K. Hasegawa (1969) Response of isolated pupal abdomens of silkworms, *Bombyx mori* L., to injected ponasterone A(Lepidoptera:Bombycidae) Appl. Ent. Zool. **4**: 59-65.
- 成洙一 (1984) 家蠶의 中腸變態에 關한 內分泌學的 研究. 韓蠶誌 **26**(1): 30-34.
- Seong, S. I., K. E. Park, M. Nagata and N. Yoshitake (1985) Effect of metamorphosis on the major hemolymph proteins of the silkworm. Arch. Insect Biochem. Physiol. **2**: 91-104.
- 孫興大 (1987) 누에나방의 혈림프 幼若호르몬 綜合蛋白質과 特異에스테라제 變化에 關한 研究. 박사학위논문: 26-29.
- 澁川明郎・赤井 弘 (1981) 多絲量系蠶品種に對する幼若ホルモン劑投與の效果. 日蠶雜 **5**: 73-76.
- 島田 秀稱 (1982) 幼若ホルモン活性物質, 昆蟲の生理活性檢定法, 高橋正三編, 培風館: 43-56.
- 武井輝雄 (1976) 幼若ホルモンの投與が各齡幼蟲に及ぼす影響. 群馬蠶試報 **49**: 41-50.
- 鷲田純彦 (1984) 幼若ホルモン類縁化合物の4齡期投與による蠶の成長と茧重への影響. 日蠶雜 **53**(3): 210-215.