

## 누에 인공사료 소재로서 목초분말의 이용

설광열 · 홍성진  
농업과학기술원 잠사곤충부

### Utilization of Grass Powder as an Ingredient of Artificial Diet for Silkworm, *Bombyx mori* L.

Kwang Youl Seol and Seong Jin Hong

Department of Sericulture and Entomology, National Institute of Agricultural Science and Technology, Suwon, Korea

#### ABSTRACT

The cost of artificial diets for silkworm is very expensive, so that it is essential to lower it in order to extend the period of silkworm rearing on artificial diets. In the present paper, the utilization of several kinds of grass powders was tried to use as an ingredient of artificial diet to reduce its production cost. The value of grass powder as an ingredient of artificial diet was assessed on the base of ingestibility and growth of silkworms. As a result it was found that they varied with the kinds and harvesting season of grasses. But it is appeared to be possible to use a grass powder as an ingredient for silkworm diet, when it contains 10~20% of grasses. Moreover, to cut the cost of diet, it is recommended that the diet containing grass powder could be applied to the polyphagous silkworm variety.

Key words : Grass powder, Artificial diet, Silkworm, Ingestibility, Growth

#### 서 언

인공사료육이 점차 확대 보급됨에 따라 사료가격을 낮추는 것이 바람직한 것으로 거론되고 있다. 애누에용 보급사료의 경우 뽕잎분말 함량이 25%로서 사료중 차지하는 가격비율이 매우 높아 이를 줄이려는 연구가 시도되어 왔다. 광식성 누에인 경우에는 5%까지 줄일 수 있었으나(柳川 등, 1991) 일반 인공사료육 적합품종은 불가능하였다. 따라서 이를 일부 대체할 수 있는 사료소재로서 새로운 영양원이면서 섭식유인제로서 축산사료소재인 목초분말을 이용하려는 연구가 시도되었으나(町田·阿久沢, 1986) 실용화에는 이르지 못하였다. 본 연구팀도 새로운 누에 인공사료 소재로서 값싼 목초분말을 이용해 볼 가치가 있는 것으로 판단, 수종의 목초분말을 공시하여 누에사육을 한 결과, 이용 가능한 수준의 사육성적이 얻어졌으므로 이에 보고하는 바이다.

본 시험을 수행함에 있어 공시 목초분말의 채취에 적극적으로 협조하여 주신 축산기술연구소 관계관 여러분에게 감사드리는 바이다.

#### 재료 및 방법

최초의 시험에서 공시한 목초는 벼과 작물 3종(12월에 채취한 호밀, 6월에 채취한 이탈리아 라이그라스, 9월에 채취한 오차드그라스) 및 콩과작물 2종(6월에 채취한 화이트클로버, 시판하는 알팔파)으로서 뿌리를 제외한 부분을 채취 60°C에서 열풍건조후 80~100 mesh 정도로 분쇄한 다음 사료에 첨가하였다.

기본사료는 뽕잎분말을 건물당 25% 함유하는 사료를 공시하였는데 이 뽕잎분말을 넣지 않은 사료에 공시 목초분말을 10, 20, 30%(뽕잎분말은 각각 20, 10, 0%) 첨가시켜 만든 사료를 시험에 공시하였다. 사료는 조제후 수분율 및 산도를 측정하였고 사료의 공시시기는 각령별로 하였는데 1령때부터 공시한 것은 탈털이율을 조사하였고 1~3령때 공시한 것은 3면 잠체중을 조사하였으며 5령때 공시한 구만 5령 배분수를 조사하였다. 기타 유충경과일수, 화용비율 및 견질조사를 행하여 그 결과를 비교하였다.

2~5령에 공시한 각구는 그 전령(前齡)까지는 대

조사료인 잠시형 4호 누에 인공사료로 사육하였다.

그러나 2차년도 시험('96년)에서는 채취시기별 목초분말이 누에사육 성적에 미치는 영향을 조사하기 위해 전년도에 비교적 사육성적이 좋았던 호밀(12월, 3월 및 5월에 채취)과 화이트클로버(5월, 7월 및 9월 채취)만을 공시하였는데 1~3령간은 잠시형 4호 누에 인공사료로 사육한 후 각 목초분말을 함유한 사료로, 섭취량이 많아지는 4령때부터 공시하였다.

### 결과 및 고찰

#### 1. 목초분말의 종류 및 목초분말 함유 인공사료의 공시시기가 누에 사육성적에 미치는 영향

'95년 1월에 시판하는 알팔파와 전년도 12월에 채취한 호밀은 분말화하여 사료에 첨가, 사료조제후 사료의 수분율 및 산도를 측정해 본 결과는 표 1과 같다.

표에 나타난 바와 같이 알팔파 함유사료의 수분율이 대조보다 낮았고 산도는 대조와 비슷하였으나 호밀 함유사료의 수분율은 대조사료와 대차 없었고 산도는 보다 산성이 강하였다. 이것은 뽕잎분말에 비해

알팔파와 호밀의 건조도와 함유성분이 다르기 때문에 기인하는 것으로 추찰된다. 그러나 누에 인공사료의 일반적 수분율이 75%전후이고 산도 역시 4.5~4.8정도이기 때문에 공시사료로서 수분율과 산도면에서는 사료적 가치가 인정되었다. 그러나 이탈리아인 라이그라스와 오차드그라스의 경우 사료 수분율이 높은편으로 산도가 낮아진 결과였다. 다음에 이 사료를 백옥잠에 공시하여 사육한 결과는 표 2-1~3과 같다.

알팔파와 호밀은 개미누에때부터 공시했을 경우 10% 함유사료는 털떨어율이 97%로 양호하였으나 그 함유량이 많아질수록 털떨어율도 불량해졌으며 30% 함유사료에서는 3령에 이른 개체가 거의 없었다. 2~3령때 목초분말 함유사료를 공시한 경우 10% 함유사료구만 사육성적을 얻을 수 있었으나 4~5령때와 같이 섭취량이 많은 시기에 공시했을 경우에는 목초함유량이 많아질수록 경과가 길어지고 전건중은 가벼워졌으나 거의 모든 개체가 영견하였다(표 2-1).

화이트클로버, 이탈리아인 라이그라스 및 오차드그라스도 애누에 때 공시한 경우 30% 함유사료는 거의 섭취하지 않았고 큰누에 때 공시한 경우에도 경과가 길어지고 전건중이 가벼워지는 경향이 있었다. 5령때 공시한 경우 배분수는 오차드그라스가 가장 많았고 다음이 알팔파, 호밀의 순이었으며 이탈리아인 라이그라스(IRG)의 경우에는 배분수가 매우 적어 섭취량이 적었던 것으로 생각된다. 그러나 IRG를 5령때 공시한 경우 10~25% 함유한 사료구 모두 사육성적이 대조에 비해 차가 없었다고 하는(須勝, 1986) 보고로 보아 공시누에품종, 사육시기, IRG의 채취시기 및 분말화 방법 등에 따라 사육성적에 큰 영향을 미치는 것으로 생각된다. 알팔파의 경우 5령누에(支137号×日123号)용 사료소재로 사용했을 때 건물소화율 및 대사에너지는 다른 축산사료 소재에 비해 낮지 않았으나 48시간후 배분수가 마리당 9.6개로 섭취성이 매우 불량한 편이었다고 한다(堀江·柳川, 1985). 그러나 이것은 기초사료 조성분 중 셀룰로즈(20%)대신에 첨가한 사료를 堀江·柳川(1983)의 방법에 따라 분석한 결과로, 본 시험의 경우의 사육성적과 크게 차이가 나는 것은 공시사료의 조성 및 누에품종 등 사육조건이 다르기 때문인 것으로 추찰된다. 배분수는 사료의 수분율 및 섭취량과 밀접한 상관관계가 있으나 본 시험의 경우 각 목초분말의 채취시기 및 조제한 공시시기가 각각 달라 일정한 경향을 보이지 않았다.

町田·阿久沢(1986)도 가축사료로서 비교적 많이

Table 1. Moisture content and pH value of the experimental diets

Diet	Item	Moisture content (%)	Acidity (pH)
	Cont.	74.1	4.8
	A - 10 *	71.9	4.6
	A - 20	72.7	4.8
	A - 30	73.9	4.7
	R - 10	74.3	4.5
	R - 20	74.4	4.4
	R - 30	74.1	4.4
	WC - 10	75.1	4.8
	WC - 20	73.2	4.8
	WC - 30	73.3	4.7
	IRG - 10	74.3	4.9
	IRG - 20	77.9	4.8
	IRG - 30	79.9	4.8
	OG - 10	74.6	4.8
	OG - 20	74.3	4.8
	OG - 30	79.9	4.7

\*A : Alfalfa, R : Ryegrass, WC : White clover, IGR : Italian ryegrass, OG : Orchard grass

※ Numbers attached : the content of each grass powder in each diet

**Table 2-1.** Rearing results of silkworms by the diets containing alfalfa or ryegrass powder (Jan., '95)

Life stage (instar)	Diet	Bristling ratio (%)	Larval duration (days.hrs)	Wt. of 3rd molting larva (mg)	No. of excreted feces during 5th instar	Pupal percentage (%)	Cocoon weight (g)	Cocoon shell percentage (%)	
1	A10*	97	25.22	184		98.7	1.63	21.7	
	A20	87	25.22	185		97.5	1.61	20.3	
	A30	65	-	-		-	-	-	
	R10	97	25.22	200		99.0	1.73	21.7	
	R20	92	25.22	173		100	1.69	19.8	
	R30	70	-	-		-	-	-	
	Cont.	100	25.22	180		97.0	1.69	16.9	
	2	A10		25.22	171		595.9	1.68	21.8
		R10		25.22	203		97.3	1.71	21.9
Cont.			25.22	183		97.0	1.69	16.9	
3	A10		26.07	154		94.5	1.65	21.9	
	R10		26.07	162		98.0	1.69	21.8	
	Cont.		26.07	187		98.5	1.63	16.9	
4	A10		26.06			94.0	1.71	20.2	
	A20		27.04			98.7	1.64	20.2	
	A30		29.04			96.7	1.59	21.0	
	R10		26.06			93.3	1.76	19.8	
	R20		26.06			95.3	1.76	19.0	
	R30		28.04			99.3	1.70	19.4	
	Cont.		27.04			98.0	1.62	19.1	
	5	A10		27.02		301	96.7	1.76	19.9
		A20		27.02		306	95.8	1.69	19.8
A30			28.20		286	98.4	1.55	20.3	
R10			26.04		274	98.3	1.79	19.2	
R20			27.02		239	98.3	1.77	18.6	
R30			27.02		226	95.8	1.71	18.4	
Cont.		26.04		295	98.3	1.79	18.2		

\*A : Alfalfa, R : Ryegrass,

※ Numbers attached : the content of each grass powder in each diet

재배되고 있는 목초를 인공사료에 사용, 그 이용성을 검토한 결과 사료중 뽕잎분말 또는 셀룰로즈분말 대신에 목초분말을 사용할 경우 10%까지는 그 대체가 가능하였다고 한다.

이상의 결과를 볼 때 각 목초분말을 10%정도 함유한 사료는 충분히 이용할 수 있는 것으로 판단되었다.

## 2. 목초분말 채취시기가 누에 사육성적에 미치는 영향

따라서 시험 2차년도에는 전년도에 사육성적이 비교적 좋았던 호밀과 화이트클로버만을 각 시기별로 채취 건조한 것을 10% 함유하는 인공사료를 조제, 섭취량이 많아지는 4령때부터 공시한 결과 표 3과 같은 사육성적을 얻었다.

**Table 2-2.** Rearing results of silkworms by the diets containing white clover or Italian ryegrass (July, '95)

Life stage (instar)	Diet	Bristling ratio (%)	Larval duration (days.hrs)	Wt. of 3rd molting larva (mg)	No. of excreted feces during 5th instar	Pupal percentage (%)	Cocoon weight (g)	Cocoon shell percentage (%)
1	WC10 *	98	24.22	185		97.2	1.97	20.9
	WC20	80	24.22	195		99.6	1.95	21.2
	IRG10	96	24.22	181		96.8	1.97	21.4
	IRG20	72	25.22	185		93.3	1.94	21.4
	Cont.	100	24.22	185		98.6	2.00	21.2
	2	WC10		24.22	173		97.9	1.98
WC20			24.22	170		88.2	1.90	21.3
IRG10			25.10	167		88.3	1.92	21.0
IRG20			27.22	164		91.4	2.04	20.6
Cont.			24.22	168		99.3	1.97	21.6
3		WC10		25.04	143		95.9	2.11
	WC20		25.20	116		85.3	2.05	21.7
	IRG10		26.14	114		88.7	2.00	21.2
	IRG20		29.14	93		76.7	2.05	20.8
	Cont.		25.03	142		90.5	1.97	21.4
	4	WC10		27.10			92.0	2.06
WC20			27.14			96.7	2.03	21.9
WC30			30.19			80.0	1.95	20.9
IRG10			28.16			96.7	2.10	21.7
IRG20			28.18			92.0	1.97	21.5
IRG30			30.08			91.3	1.87	21.4
Cont.		27.08			95.3	2.09	21.5	
5	WC10		27.22		294	79.3	2.39	18.1
	WC20		28.06		231	70.7	2.03	17.8
	WC30		29.21		234	64.7	2.05	17.8
	IRG10		27.14		244	82.0	2.09	17.1
	IRG20		27.22		217	76.0	1.95	17.5
	IRG30		30.08		169	75.0	1.95	17.7
Cont.		27.08		277	85.4	2.29	17.8	

\*WC : White clover, IRG : Italian ryegrass

※ Numbers attached : the content of each grass powder in each diet

표 3에 나타난 바와같이 목초의 채취시기에 따라 사육성적이 달라짐을 알 수 있는데 호밀의 경우 겨

울동안에 자란 연엽인 12~3월 사이에 채취한 것이 좋았고 화이트클로서의 경우 봄(5월)과 가을(9월)에

**Table 2-3.** Rearing results of silkworms by the diets containing orchard grass

(Oct., '95)

Life stage (instar)	Diet	Bristling ratio (%)	Larval duration (days.hrs)	Wt. of 3rd molting larva (mg)	No. of excreted feces during 5th instar	Pupal percentage (%)	Cocoon weight (g)	Cocoon shell percentage (%)
1	OG10*	88	25.23	179		89.0	2.17	17.1
	OG20	26	28.03	167		93.2	2.02	18.0
	Cont.	99	24.23	163		93.8	2.31	16.7
2	OG10		25.08	186		83.3	2.09	18.9
	OG20		26.23	-		93.0	1.93	18.0
	Cont.		23.14	199		82.4	2.43	16.5
3	OG10		24.22	175		69.8	2.13	17.3
	OG20		26.08	141		34.0	1.75	17.0
	Cont.		23.03	190		75.3	2.46	17.2
4	OG10		24.11			83.6	2.18	17.8
	OG20		26.01			69.0	2.06	17.6
	Cont.		23.10			89.9	2.43	16.5
5	OG10		25.15		336	83.3	2.23	17.4
	OG20		26.03		323	44.4	2.07	17.1
	OG30		27.23		319	12.2	1.95	19.0
	Cont.		24.00		353	81.1	2.48	16.8

\*OG : Orchard grass

※ Numbers attached : the content of each grass powder in each diet

**Table 3.** Rearing results of silkworm by the diets containing seasonally different- harvested grass powder

Diet	Item	Larval duration of 4-5 instar (days. hrs)	Percentage of the 5th exuviated instar larva (%)	Pupal percentage (%)	Cocoon weight (g)	Cocoon shell percentage (%)
Cont.		13.13	92.0	94.5	2.23	18.4
	RA	15.04	75.4	95.5	2.26	19.1
	RB	15.08	66.0	93.2	2.29	18.9
	RC	17.09	89.5	82.5	1.74	20.9
	WA	14.22	93.0	94.5	2.09	17.5
	WB	14.18	89.0	91.3	1.90	17.6
	WC	14.11	94.5	86.3	1.96	18.2

\*Harvesting season ; Ryegrass RA : December, RB : March, RC : May

White clover WA : May, WB : July, WC : September

채취한 것이 좋았는데 여름(7월)에 채취한 것은 다소 불량하였다.

따라서 각 목초분말을 인공사료 소재로 사용하고 자 할 경우에는 그 채취시기가 중요함을 알 수 있

다. 아직까지 이에 관한 연구보고는 없으나 이러한 결과는 목초의 경우에도 경엽화되면 누에의 기피성 물질이 증가하기 때문인 것으로 추찰된다.

이상의 결과를 종합해 볼 때 목초분말을 누에 인공사료 소재로서 10~20%정도 첨가 사용할 수는 있으나 경과가 다소 길어지고 사육성적이 떨어지기 때문에 이러한 소재는 일반 인공사료 적품종이 아닌 섭식범위가 넓은 광식성 누에품종에 적용하는 것이 좋을 것으로 생각된다. 최근 일본에서는 광식성 누에품종용 초저렴 인공사료의 개발에 선형계획법이 도입되고 있는데(Shinbo and Yanagawa, 1994) 이 때 이러한 값싼 목초분말의 영양분석치를 입력, 사료소재로서의 이용가치를 검토하였는데 이러한 연구가 한국에서도 값싼 사료의 개발을 위해 추시해 볼 필요가 있을 것으로 생각된다.

## 적 요

누에 인공사료소재로서 값싼 목초분말의 이용가능성을 알아보기 위하여 1995년부터 96년까지 2년에 걸쳐 시험한 결과는 아래와 같다.

1. 개미누에때부터 각 사료를 공시한 결과 목초분말 10% 함유사료는 호밀, 알팔파, 화이트클로버 및 이탈리아 라이그라스 모두 털떨이율 96% 이상으로 섭식이 양호 하였고 수건성적도 양호하였으나 목초분말 함량이 많을수록 섭식성이 떨어져 뽕잎 분말 불포함사료에 대한 섭식성은 매우 불량하였으며 따라서 3령까지 성장한 누에 가 없었다. 한편 오차드그라스의 경우에는 초기 섭식이 매우 나빠 10% 함유사료의 사육성적도 대조에 비해 매우 떨어지는 결과였다.

2. 큰누에때에는 목초분말 함량이 많을수록 경과일

수가 길어졌으나 공시 목초분말 30%함유(뽕잎분말 불포함) 사료를 제외하고는 수건성적에 대차가 없었다. 5령때의 배분수를 조사해 본 결과도 사료의 목초분말 함량과 역상관을 가지고 있었으며 수 건성적과는 정비례하는 경향이였다.

3. 호밀과 화이트클로버는 누에 사료소재로서의 이용가능성이 인정되었으며 채취시기가 빠를수록 섭식성이 좋았다. 따라서 이들 목초를 파종후 2~3개월째에 채취하여 분말화한 후 20%이하 함유사료를 조제, 1령때부터 공시하는 것이 바람직한 것으로 판단되었다.

4. 종합적으로 볼 때 목초분말이 누에의 섭식성 및 성장에 미치는 영향은 목초의 종류 및 채취시기에 따라 다르나 누에의 인공사료소재로서 10~20% 정도 함유하는 사료조제에 이용 가능한 것으로 판단되었다.

## 인용문헌

- 堀江保宏, 渡辺 喜二郎 (1983) 線形計画法による家蚕人工飼料組成の設計とくに家畜飼料素材の導入について. 蚕試報 29: 259~283.
- 堀江保宏, 柳川弘明 (1985) 原蚕種の栄養生理機構解明 第6章原蚕用人工飼料の開発 (農林水産省 農林水産技術會議事務局編). 研究結果シリーズ 173: 118~127.
- 町田順一, 阿久沢浄己 (1986) 人工飼料における牧草の利用について. 日蚕關東請要 37: 24.
- Shinbo, H. and H. Yanagawa(1994) Low-cost artificial diets for polyphagous silkworms. JARQ 28: 262~267.
- 須藤光正(1986) 人工飼料素材の開発—イタリアンライグラスの導入— 日蚕請要 56: 83.
- 柳川弘明, 渡辺 喜二郎, 鈴木 清 (1991) 低コスト人工飼料の開発 - 線形計画法による廣食性 蚕用人工飼料の開発 -. 蚕糸昆虫研報 3: 57~75.