

## MP-O 인공사료에 대한 누에의 섭식성과 유전형상

황재삼 · 강현아 · 이상몽\* · 설광렬 · 홍성진 · 문재유\*\*

농촌진흥청 잠업시험장 · \*농촌진흥청 시험국 · \*\*서울대학교 농업생명과학대학

### Inheritance of Feeding Response of the Silkworm, *Bombyx mori*, to MP-O Artificial Diet.

Jae Sam Hwang · Hyun Ah Kang · Sang Mong Lee\*  
Kwang Youl Seol · Sung Jin Hong and Jae Yu Moon\*\*

Sericultural Experiment Station, R.D.A., Suwon, Korea.

\*Research Bureau, R.D.A., Suwon, Korea.

\*\*College of Agriculture and Life Sciences, Seoul  
National University, Suwon, Korea.

#### Abstract

Differences of feeding response of 280 silkworm genetic stocks and 71 breeding lines to MP-O artificial diet and the mode of the inheritance were investigated. Feeding response to MP-O diet varied markedly between the silkworm varieties, and the non-normally distributed curve for the response was observed. From the genetic analysis, the high feeding response to MP-O diet was recessive to the low feeding response. Therefore it is considered that the high feeding response of the newly hatched silkworm larvae to MP-O diet is controlled by a recessive gene.

**Keywords :** Feeding response, MP-O diet, recessive gene.

#### 서 론

인공사료에 대한 누에의 섭식성은 품종에 따라 차이가 심하고 동일품종일지라도 아구간에 차이가 큰 경우가 있다(長島, 1968; 中村, 1973; 清水 · 松野, 1975).

유전학적인 측면에서 보면 뽕잎분말을 포함한 인공사료에 대한 섭식성은 우성유전자에 의해 지배되거나(藤森 등, 1982; 山本 · 清水, 1982; 山本, 1983), 뽕잎분말을 포함하지 않은 인공사료에 대한 섭식성은 열성유전자에 의해 지배되는 것으로 보고 되었다(神田, 1992; 朝岡 · 眞野, 1992). 뽕잎분말이 함유된 인공사료를 전혀 먹지 않는 인공사료 섭식이상형질도 있는데 이 형질은 단일 열성유전자에 의해 발현되는 것으로 보고 되었다(山本, 1983).

또한 뽕 이외의 식물에 대한 누에의 섭식성도 품종

및 식물의 종류에 따라 다르며 그 유전형상도 다양하며 수종의 요인이 작용하는 것으로 보고 되었다(清水 등, 1964; 橫山, 1970; 田村, 1988).

그러므로 본 연구는 1-4령 저령인공사료육, 5령 농가개별 뽕잎육의 소위 "1주일 양감" 실현을 위한 유전 · 육종적 측면에서의 기초적 연구로 뽕잎이 전혀 들어 있지 않은 저령 인공사료(MP-O)에 대한 누에 품종들간의 섭식성을 조사 비교하고, 고섭식 및 저섭식 계통을 선발, 교잡실험에 의해 유전양식을 밝혀 1-4령 저령 인공사료육에 적합한 광섭식 누에 품종 육성의 유전적 기초자료를 얻음과 동시에 누에의 인공사료섭식성의 유전적 해명을 목적으로 수행되었다.

#### 재료 및 방법

##### 1. 누에

본 실험에 사용한 누에는 잠엽시험장에서 육종계통으로 사용하고 있는 선발후대계통중 일본종계 31계통, 중국종계 40계통 및 보존품종 280계통이었다.

## 2. 인공사료

인공사료는 뽕잎분말이 전혀 포함되지 않은 인공사료(MP-O 인공사료)로서 그 조성은 표 1과 같다.

## 3. 의잠의 섭식성 조사

섭식성 조사시험은 28°C 85% R.H.의 수증 조건하에서 행하였으며 섭식성 판정은 직경 9 cm의 petri-dish에 MP-O 인공사료를 직사각형(2cm×7cm×5 mm)으로 썰어 놓고 그 위에 품종 또는 계통당 100두 내외의 개미누에를 소잡, 48시간 경과한 후의 털떨이율을 기준으로 하였다. 교배조합별 섭식성 조사는 조합별 3개 시험구에 대해 조사하였으며 공시두수는 100두 내외이었다. 섭식개체 비율 조사는 소잡후 48시간째에 털떨이된 누에와 개미누에의 형태는 벗어났으나 완전히 털떨이 되지 못한 정도의 성장개체를 기준으로 하였다. 1령기 누에의 체중은 소잡후 48시간째에 교배조합별 각 3처리구에 대해 한마리씩 정밀천칭으로 조사하였다.

## 4. 교배실험

MP-O 인공사료에 대한 누에의 섭식성을 품종별로 조사하여 고섭식 및 저섭식 계통을 각각 1계통씩 선발, F<sub>1</sub>, BF<sub>1</sub> 및 F<sub>2</sub> 교배조합을 만들어 유전형상을 관찰하였다.

## 결과 및 고찰

### 1. MP-O 인공사료에 대한 누에품종별 섭식성의 차이

잠엽시험장에서 보존하고 있는 280개 보존품종 및

Table 1. Composition of MP-O<sup>1</sup> artificial diet.

Substance	Content(%)
Pre - mix <sup>2)</sup>	13.5
Soybean oil	1.2
Salt	3.3
Starch	2.0
Soybean meal	40.0
Corn meal	40.0
Total	100.0

- 1) MP-O is an abbreviation of artificial diet not containing mulberry leaf powder.
- 2) Pre-mix includes antiseptic, vitamins and minerals.

육종후기세대의 일본종계 31계통, 중국종계 40계통을 대상으로 MP-O 인공사료에 대한 개미누에의 섭식성을 조사한 결과는 그림 1과 같다.

280개 보존품종의 MP-O 인공사료 섭식성은 품종에 따라 섭식성의 차이가 매우 크며 0~100%까지 연속적으로 폭넓게 분포하고 있으며 그 분포는 비정규분포로서 비섭식성쪽으로 치우쳐 있음을 알 수 있다(그림 1의(A)).

육종후기세대의 일본종계 31계통 및 중국종계 40계통의 MP-O 인공사료 섭식성을 보면(그림 1의(B)), 전자의 경우 31계통중 25계통이 10%이하의 섭식성을, 나머지 6계통이 10~30%의 섭식성을 보였으며 31%이상의 섭식성을 보인 계통은 하나도 관찰되지 않았다. 후자의 경우(그림 1의(C)) 40계통 모두가 10% 이하의 매우 낮은 섭식성을 보여 일본종과 대조를 보이고 있다.

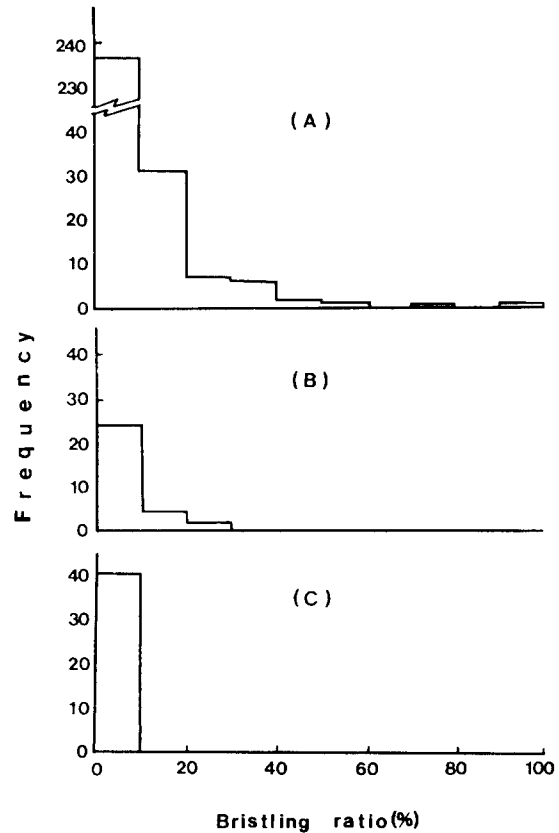


Fig. 1. Distribution of feeding response of the silkworm to MP-O artificial diet. (A), silkworm genetic stocks; (B), Japanese breeding lines; (C), Chinese breeding lines.

**Table 2.** Feeding response of the silkworm to MP-O diet in  $F_1$ ,  $BF_1$  and  $F_2$  cross sets.

Generations	Cross sets <sup>a)</sup>	Bristling ratio(%)	% of feeding larvae
$P_1$	J111(H)	92.7	-
$P_1$	C3(L)	0.0	-
$P_2$	H×H	86.1	-
$P_2$	L×L	0.0	-
$F_1$	H×L	0.0	-
$F_1$	L×H	0.0	-
$BF_1$	(H×L)×H	25.2	51.2
$BF_1$	(L×H)×H	25.6	52.3
$BF_1$	(H×L)×L	0.0	0.0
$BF_1$	(L×H)×L	0.0	0.0
$F_2$	(H×L)F2	3.7	13.8
$F_2$	(L×H)F2	1.3	8.5

<sup>a)</sup> H and L in the cross sets column indicate a high and a low feeding response, respectively.

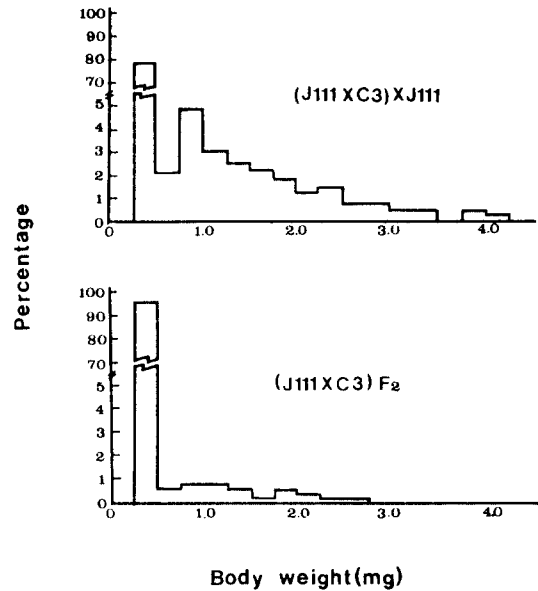
이상의 결과에서 뽕잎분말이 포함되지 않은 MP-O 인공사료에 대한 누에품종의 섭식성은 뽕잎분말이 포함된 인공사료(뽕잎분말 함량은 22%)에 대한 보존품종의 섭식성의 분포(山本·清水, 1982)와 정반대 양상에 가까운 분포를 보인 점이 특징적이다. 지리적 원산지별 누에의 섭식성은 일본종 유래의 육성계통이 중국종 유래의 육성계통보다 고섭식성을 보이고 변이의 폭도 큰점은 伊藤 등(1966) 및 中村(1973) 등의 연구결과와 거의 일치한다. 따라서 보존누에품종의 MP-O 인공사료 섭식성의 변이가 매우 크고 연속적인 점을 미루어 섭식성 관련 유전자수는 복수인 것으로 생각되나 그 수는 명확하지 않다.

**2. MP-O 인공사료에 대한 누에섭식성의 유전양식**

MP-O 인공사료 고섭식 계통으로서 J111을, 저섭식계통으로서  $C_3$ 를 선발하여  $F_1$ ,  $F_2$  및  $BF_1$  교배아구에 대해 털떨이율 및 섭식개체비율을 조사하여 MP-O인공사료 섭식성의 유전양식을 검토하였다(표 2).

섭식성이 높은 J111의 동아구교배  $F_1$ 은 털떨이율이 86.1%로 전대의 양친의 수준(92.7%)에 미치지 못하였으나 높은 섭식성을 보였다. 섭식성이 낮은  $C_3$ 의 동아구교배  $F_1$ 은 털떨이율이 0.0%로 인공사료를 섭식한 누에는 전혀 관찰되지 않았다. 섭식성이 높은 계통과 낮은 계통의 교배  $F_1$ 은 정역교배의 어느 것에서도 MP-O 인공사료를 섭식한 개체가 발견되지 않았다.

이상의 결과에서 MP-O 인공사료에 대한 누에의 섭식성은 열성적 형질일 것으로 생각되나 유전성을



**Fig. 2.** Distribution of body weight in  $BF_1$  [(J111× $C_3$ )×J111] and  $F_2$  cross sets.

보다 명확히 알기위해 고섭식×저섭식의 정역  $F_1$ 에 다시 고섭식 또는 저섭식 계통을 퇴교잡하거나  $F_2$  교배아구를 만들어 그 유전현상을 분석하였다.

섭식성이 높은 J111에 퇴교잡한 경우 정역  $BF_1$  어느것도 털떨이율은 25% 정도, 섭식개체비율은 50% 수준이었다. 섭식성이 낮은  $C_3$ 에 퇴교잡한 경우 정역교배의  $BF_1$  어느것도 털떨이율 및 섭식개체비율이 0.0%로 MP-O 인공사료 섭식개체가 발견되지 않았다.

고섭식×저섭식의 정역  $F_2$  교배아구에서는 소수의 누에가 털떨이 현상을 보였고 섭식개체비율은 평균 10%정도 였다. 이상의 결과에서 MP-O 인공사료에 대한 누에의 섭식성은 열성적으로 작용하는 형질임이 분명하다고 본다.

MP-O 인공사료에 대한 누에계통별 섭식성은 J111 계통이 92.7%로 가장 높았는데 이들 아구간 교잡  $F_1$ (H×H)의 섭식성이 86.1%로 양친(H)보다는 다소 낮은 결과를 보인 것은 앞에서 언급한 바와 같다. J111(H)의 동아구 교잡  $F_1$ 의 섭식성은 양친과 비슷하던지 또는 그 이상이 되어야 하는 것이 정상적인 유전학적현상으로 생각되나 본 실험의 경우처럼 다소 낮게 섭식성이 나타난 것은 양친세대의 암·수 개체간의 식성유전자의 집적도의 차이,  $F_1$  아구간 섭식성차이, 또는 공시된 인공사료에서의 미묘한 차이 등의 요인에 의한 결과로 생각할 수 있으나 그 이유는

명확하지 않다.

(H×L) 또는 (L×H) F<sub>1</sub>에 H계통을 퇴교잡한 경우의 BF<sub>1</sub>은 털털이 비율은 25% 수준이나 섭식개체 비율은 50%정도이다. 여기서 BF<sub>1</sub>의 섭식성은 기대치 털털이율 50%에는 미치지 못하였으나 섭식개체 비율은 50% 수준이다.

즉 섭식성 유전자 자체가 몇 종류가 있는지 밝혀지지 않은 상황에서 본 결과는 매우 중요한 의미를 지니고 있다고 생각한다. 즉 MP-O 인공사료 섭식성 유전자는 섭식 혹은 비섭식의 대립유전자로 볼 수 있음을 시사한다. “섭식”이란 측면에서 보면 털털이 된 누에 또는 털털이까지는 성장하지 못하였으나 개미 누에형태를 벗어나 상당히 성장한 개체는 양자 모두 MP-O 인공사료 섭식성 유전자를 가진 것으로 생각할 수 있으며 개체간의 성장율의 차이(그림 2)는 별개의 유전자에 의해 지배되는 것으로 생각한다.

MP-O 인공사료에 대한 섭식성유전자는 神田(1988)의 LP-1 인공사료에 대한 열성적 식성유전자, 山本·清水(1982)의 우성적인 인공사료 섭식성 유전자 및 横山(1970)의 澤 J 계통에서 보고된 우성적인 인공사료 섭식성 유전자와는 매우 다른 유전자로 생각되거나 명확한 특성 차이는 검정되지 않았다.

한편 식성유전자의 연관분석과 관련하여 보고된 유전자는 사료식별 능력에 이상이 있는 유전자(Ph; 田島·大沼, 1991), 인공사료 섭식 이상 유전자(nfd; 山本, 1983), 식성이상 유전자(Np; 田島, 1984), LP-1 인공사료 섭식성 지배 유전자(pph; 神田, 1992)등이 있으나 유전자좌가 밝혀진 것은 Np(제 11연관군) 및 pph(제 3연관군) 뿐이다. 물론 MP-O 인공사료 섭식성 유전자도 유전좌가 밝혀져있지 않으며 상기의 유전자 상호간의 관련성에 대한 것도 체계적으로 연구되어있지 못하다. 그러므로 누에의 식성에 관여하는 유전자가 몇종이나 존재하는지, 또는 어느 염색체상에 좌위하는 것인지, 그들 상호간의 관계는 어떻게 되어 있는지, 인공사료 중의 뽕잎함량의 다소 또는 식물의 종에 따라 각각의 섭식성유전자가 별도로 존재하는 것인지, 지리적 원산지별 계통에 따른 섭식성의 차이는 어떤 요인에 의해서 일어나는 것인지 등 풀리지 않고 있는 문제에 대해 많은 연구자들의 연구결과가 기대된다.

## 적 요

뽕잎분말이 포함되어 있지 않은 MP-O 인공사료에 대한 누에의 섭식성의 유전현상을 구명하기 위하여 품종간의 섭식성의 차이와 그 유전양식에 관하여 실험하였다. 280개 보존누에품종 및 71개 육종계통에 대해 섭식성을 조사한 결과 품종에 따라 현저한 차이가 있었으며 섭식성의 분포는 비정규분포에 가까웠고 저섭식성 쪽으로 편기되어 있었다. 또한 MP-O 인공사료 고섭식성은 저섭식성에 대해 열성적 형질로 판명되었으며 결과적으로 열성유전자에 의해 지배되고 있음이 명확해졌다.

## 인용 문헌

- 藤森胡友·山本俊雄·田中敦夫(1982) 食性異常蠶[澤]の人工飼料攝食性の遺傳様式. 日蠶雜. 51: 235-236.
- 神田俊男·田村俊樹·井上元(1988) 線形計画法による人工飼料LP-1に對するカイコの攝食性とその遺傳. 日蠶雜. 57:489-494.
- 神田俊男(1992) カイコにおける線形計画法人工飼料の攝食性に關する遺傳育種學的 研究. 蠶絲昆蟲研報. 5號, 1-89.
- 長島政喜(1968) 人工飼料に對する蠶品種の適合性. 蠶試彙報. 92:1-20.
- 中村正雄(1973) 人工飼料に對する蠶品種の適合性. 蠶試彙報. 96:159-165.
- 朝岡潔·眞野保久(1992) 蠶におけるLP-1 人工飼料による廣食性の初期選抜. 日蠶雜. 61(1):1-5.
- 清水滋·堀内明·波島千恵子(1964) ノニレに對する蠶品種別, 蠶齡期別の食性. 日蠶雜. 33:68-69.
- 清水久仁光·松野道雄(1975) 保存蠶品種の蟻蠶の人工飼料攝食性. 蠶絲研究. 97:9-24.
- 田村俊樹(1988) 數種の植物に對する保存蠶品種の攝食性とその遺傳. 蠶試彙報. 131:79-94.
- 田島彌太郎·大沼昭夫(1991) 蠶の食性突然變異に關する研究(第2部) 第13報2種 廣食 蠶系統の遺傳的解析. 蠶研彙報. 39:1-9
- 田島彌太郎·山林義彦·小澤民治·町田勇(1984) 蠶の食性突然變異(NP) の研究. 蠶研彙報. 32:7-30
- 山本俊男(1983) 人工飼料攝食異常蠶の遺傳學的解析. 日蠶雜. 52:330-335.
- 山本俊雄·清水久仁光(1982) 蟻蠶における人工飼料攝食性の遺傳學的 解析. 日蠶雜. 51(4):332-336.
- 横山忠雄(1970) 食性異常蠶の品種別分布とその人工飼料に對する反應について. 蠶研彙報. 18:16-23.