

황색종 연초 품종의 Gama선에 의한 돌연변이 유기 및 변이형질의 유전분석

II. 변이형질의 유전분석

정석훈, 이승철*, 김흥배**

한국인삼연초연구소 경작시험장, 한국인삼연초연구소 대구시험장*, 동국대학교 농과대학**

Induced Mutant by Gamma Rays and Genetic Analysis for Mutant Characters in Flue-cured Tobacco Variety (*Nicotiana tabacum* L.)

II. Genetic Analysis for Mutant Characters in Flue-cured Tobacco

S.H. Jung, S.C.Lee*, H.B.Kim**

Suwon Agronomy Experiment Station, Korea Ginseng and Tobacco Research Institute.

Taegu Experiment Station Korea Ginseng and Tobacco Research Institute*

Coll. of Agr., Dongguk University**

ABSTRACT

This experiment was conducted to examine characteristics of agronomic characters and estimate of gene effect for several mutant characters. The genetic populations were derived from cross between 83H-5 and Hicks.

There were significant difference for plant height, stalk height, leaf shape and bacterial wilt disease index except leaf number, leaf length, and what is more, F_2 variance is more than B_1 and B_2 generation from cross 83H-5 \times Hicks.

Gene actions for stalk height and bacterial wilt disease were estimated by 3-parameter, and by 6-parameter model for all characters except above two characters but stalk height and bacterial wilt

disease index are not significant in the additive and dominance effects.

Dominant×dominant epistasis for plant height, dominant and dominant×dominant epistasis for leaf length, additive and additive×additive and dominant×dominant epistasis for leaf width, and additive and additive×dominant epistasis for days to flower were appeared significant in gene action.

서 론

有用形質을 가진 유전자원을 얻기 위해서 품종 또는 유관한 종 및 속의 수집보존이 필요하다. 그러나 現存하는 유전자원중에서 이용할 수 있는 유용자원이 없을 때는 인위적으로 돌연변이를 유기시켜 유용한 변이체가 발견되면 선발하여 이용하는 적극적인 방법이 강구되기도 한다. 얻어진 변이체가 양적 혹은 질적으로 유전되는냐에 따라서 구체적으로 육종계획을 확립하는 것은 매우 중요한 일이다. 또한 상가적 작용과 우성 또는 Epistasis을 이해하므로 형질별 규모와 교잡 및 선발의 방법을 결정하는데 매우 효과적이다.

담배에 있어서 질적 변이 형질인 엽록소결핍형 Virecent³⁴⁾, Dark 품종에서의 변이체 Yellow 형질³²⁾, 흰꽃색의 Veinbanding형질³⁵⁾, Virgin A mutant 품종의 감자바이러스 Y저항성²²⁾ 등은 단일 열성에 의해 지배되며, White burley형질⁸⁾, 엽록소 결핍형질²⁴⁾ 등은 2개의 열성인자에 의해 지배된다고 하였다.

양적형질을 분산성분에 의하여 유전자 작용을 분석한 결과를 보면 Jinks⁹⁾는 *N. rustica*의 개화일수와 엽장에서 상가적 효과가 주된 분산이지만 우성효과에 의한 분산도 상당히 커서 상가적 효과에 대한 분산량의 1/2이나 되고 엽장은 열성대립유전자가 관여한다고 하였고, 우성의 방향은 간장과 엽장은 긴 방향으로, 개화일수는

빠른 방향으로 부분우성이었다고 하였다. Robinson et al.²⁷⁾은 황색종, Burley종, 음진종 간의 교배에서 F₂세대는 모든 형질에서 우성과 상위성은 거의 없었으며 상가적인 유전분산이 크다고 하였다. 岡²⁵⁾, 江口·綾部²⁾, 李¹³⁾도 황색종에서 전형질의 분산은 상가적 부분이 비상가적 부분보다 크다고 하였다. 수량은 일반적으로 상가적 효과가 우성효과보다 크다는 보고가 많으며^{14, 15, 20, 22)}, 초장은 상가적효과가 대부분이나^{15, 20, 22)} 우성효과도 크며 비대립 유전자 상호작용이 관여한다는 보고도 있다¹¹⁾. 엽수는 상가적 효과가 대부분이었으며 우성효과도 크며 비대립 유전자 상호작용이 있는 것으로 보고되었다³⁴⁾. 개화일수는 우성효과가 대부분이었다고 하였으며^{20, 21)} 반면 상가적효과도 크다고 하였다. 세균성 마름병의 유전자효과는 상가적효과가 주로 관여하나 상위성도 관여하며 저항성이 낮은 쪽으로 부분우성을 보인다고 하였다⁸⁾.

본 연구는 연초 육종의 기초자료를 얻기 위하여 변이체 83H-5와 Hicks의 교배로부터 얻은 잡종집단을 3 母數模形과 6 모수모형을 이용하여 주요 형질에 대한 유전자 작용을 추정하였다.

재료 및 방법

黃色種 煙草품종 Hicks와 7선 30Krad 照射로 誘起된 꽃이 백색이며 세엽, 단간으로 세균성마름병에 저항성으로 나타난 Hicks 변이체

83H-5를 교배친으로 한 F_1 , F_2 , B_1 ($F_1 \times P_1$)
 B_2 ($F_1 \times P_2$)를 이용하였다.

Hicks와 83H-5를 재료로 1986년 7월 20일 포
 장에서 교배하여 8월 16일에 F_1 종자가 채종되
 었으며 F_2 , B_1 , B_2 종자는 채종된 F_1 종자와 교
 배친을 9월에 온실에서 과종하여 1987년 2월 10
 일에 채종하였다.

포장시험의 과종은 1987년 2월 28일에 온실
 에서, 이식은 4월 25일에 하였으며 기타 재배 및
 조사방법은 前報와 동일하게 하였다. 생육조사
 는 무병포장에서, 세균성마름병 저항성 검정은
 오염포장에서 각각 난괴법 2반복으로 실시하였
 다.

형질발현에 미치는 유전자 효과의 추정은 Ma-
 ther and Jinks¹⁰⁾, Jinks and Jones¹¹⁾ 방법에 의
 하여 척도검정후 3-유전 모수모형과 Jinks and
 Jones¹¹⁾의 6-모수모형을 이용하였고 계산식은
 다음과 같다.

$$A = 2\bar{B}_1 - \bar{P}_1 - \bar{F}_1$$

$$B = 2\bar{B}_1 - \bar{P}_2 - \bar{F}_1$$

$$C = 4\bar{F}_2 - 2\bar{F}_1 - \bar{P}_1 - \bar{P}_2$$

$$m = 1/2\bar{P}_1 + 1/2\bar{P}_2 + 4\bar{F}_2 - 2\bar{B}_1 - 2\bar{B}_2$$

$$a = 1/2\bar{P}_1 + 1/2\bar{P}_2$$

$$d = 6\bar{B}_1 + 6\bar{B}_2 - 8\bar{F}_2 - \bar{F}_1 - 1\frac{1}{2}\bar{P}_1 - 1\frac{1}{2}\bar{P}_2$$

$$aa = 2\bar{B}_1 + 2\bar{B}_2 - 4\bar{F}_2$$

$$ad = 2\bar{B}_1 - \bar{P}_1 - 2\bar{B}_2 + \bar{P}_2$$

$$dd = \bar{P}_1 + \bar{P}_2 + 2\bar{F}_1 + 4\bar{F}_2 - 4\bar{B}_1 - 4\bar{B}_2$$

부호는 Gamble 방법을³⁾ 사용하였다.

여기서 m 은 전체 또는 평균효과, a 는 상가적
 효과, d 는 우성적효과, aa 는 상가적×상가적 상
 호작용과, ad 는 상가적×우성적 상호작용과, dd
 는 우성적×우성적상호 작용효과로 나타나며
 부호(+ 또는 -)는 상대적 크기로 표기하였다.

결과 및 고찰

1. 교배친 및 잡종집단의 특성 및 분산

교배친인 83H-5와 Hicks 그리고 이들의 교
 배로 얻은 F_1 , F_2 , B_1 ($P_1 \times F_1$), B_2 ($P_2 \times F_1$) 세대
 의 조사된 형질의 평균치와 개화기의 특성은 표
 1 및 그림 1과 같다.

양적형질의 유전분석에서 F_2 세대는 420주를
 B_1 , B_2 그리고 F_1 은 36주를 조사하였다. 대상형
 질은 질적형질인 花色은 前報에서 언급하였으며
 양적형질인 초장, 간장, 엽수, 엽장, 엽폭, 엽형,
 개화기 그리고 세균성마름병을 조사하였다.

변이체인 83H-5는 Hicks에 비하여 초장, 간장,
 엽폭이 작아지는 방향으로 엽형지수는 커지는
 방향으로 1% 수준에서, 개화기는 늦은 편이고,
 세균성마름병 이병지수는 낮아지는 방향으로 5%
 수준에서 각각 유의한 차이를 나타내었으며 그
 리고 엽수와 엽장의 차이는 유의성이 인정되지
 않았다.

F_1 세대는 교배친의 평균치에 비하여 초장,
 엽장, 엽폭이 큰편으로 나타났고 엽형지수는 P_2
 에 비해서 작게 나타났으며 세균성마름병 이병
 지수는 교배친중 이병성인 P_2 보다도 높게 나타
 났다. F_2 세대는 F_1 세대에서의 마찬가지로 초장
 엽장, 엽폭이 교배친에 비하여 큰 편으로 나타
 났고 개화기는 P_2 보다 빠르게 세균성마름병 이
 병지수는 P_2 보다 높게 나타났다.

초장은 交配親의 평균치와 F_1 을 비교할 때 차
 이가 없으며 B_1 은 P_1 (83H-5)에 가깝고 B_2 는
 P_2 (Hicks)의 평균에 가까우며 F_2 는 P_1 과 P_2 의
 중간에 분포하였다.

엽형지수는 83H-5가 2.43인데 비하여 Hicks
 는 2.23으로 보다 細葉型이며 F_1 과 中間親의 차
 이에서 質의 값을 보이는 것은 廣葉이 우성인

II. 변이형질의 유전분석

경향이며 F₂의 평균치는 P₂(Hicks) 쪽으로 치우치는 경향이다. 한편 형질 평균치를 여교잡 집합과 비교할 때 B₁과 F₁의 차이보다 B₂와 F₁의 차이가 큰 것은 간장, 최대엽장, 엽형, 세균성마름병 등의 형질에서는 P₂(Hicks)가 갖고 있는 遺傳子가 우성으로 작용한 반면, 엽폭은 P₁(83H-5)가 갖고 있는 유전자가 F₁의 形質發現을 支配하는 것으로 생각한다.

F₁과 양친간의 비교에서 F₁의 발현이 P₁과 P₂의 범위를 벗어나는 형질은 엽형과 세균성마름병으로 초우성을 나타내며 그의 형질은 F₁의 평균치가 양친의 범위내에 나타나고 있다.

B₁ 세대는 교배친의 평균치에 비하여 엽장과 엽형지수는 작고 이병지수는 높았으며 개화기는 빠른편으로 나타났다. 또 P₁에 비해서는 엽장이 작고, 엽형은 넓었으며, 개화기는 빠른 경향이 었다.

B₂ 세대는 교배친의 평균치에 비하여 이병지수만 높았고 P₂에 비해서 초장, 간장, 엽장 및 엽폭은 다소 작은 편이고 개화기는 늦었으며 이병지수는 높았고 그의 형질들은 비슷하게 나타났다.

세대간 형질의 평균치 비교에 있어서 B₁세대의 초장, 간장, 엽장 및 엽폭이 다른 세대보다 작은

Table 1. Agronomic characters of parents and their progenies and midparents from cross 83H-5×Hicks.

Characters	P ₁ (83H-5)	P ₂ (Hicks)	P ₁ vs P ₂	Mid- parents	F ₁	B ₁ (F ₁ ×P ₁)	B ₂ (F ₁ ×P ₂)	F ₂
Total No. of plant	36	36			36	36	36	420
Plant height(cm)	166.1	174.7	**	170.4	171.7	166.9	170.7	172.3
Stalk height(cm)	124.6	128.2	**	126.4	125.3	124.3	126.6	125.4
Number of leaves (No.)	18.7	19.0	NS	18.8	18.7	19.0	18.9	18.6
Leaf length(cm)	68.3	67.1	NS	67.7	68.0	64.5	65.7	68.1
Leaf width(cm)	28.3	30.2	**	29.2	30.0	28.3	28.4	31.0
Leaf shape index	2.4	2.23	**	2.33	2.17	2.17	2.32	2.22
Days to flower (days)	62.6	61.8	*	62.2	62.3	61.5	62.6	61.3
Bacterial wilt disease index	1.97	2.58	*	2.27	2.72	2.61	3.08	2.80

*,** : Significant at the 0.05 and 0.01 levels of probability, respectively.



Fig. 1. Tobacco plants of the parents Hick(left) and a mutant line 83H-5(middle) and F₁(right) at the flowering stage.

Table 2. Variance of agronomic characters of parents and their progenies in cross 83-5×Hicks.

Generations	P ₁	P ₂	F ₁	B ₁	B ₂	F ₂
Characters	(83H-5)	(Hicks)		(F ₁ ×P ₁)	(F ₁ ×P ₂)	
Plant height	20.5	31.4	53.0	75.0	62.2	107.1
Stalk height	19.6	14.9	32.2	59.5	48.9	80.2
Number of leaves	2.8	2.1	2.3	6.7	4.0	7.0
Leaf length	10.8	9.0	6.0	14.3	16.7	20.0
Leaf width	6.6	11.8	8.9	20.7	17.5	23.0
Leaf shape index	0.07	0.06	0.03	0.11	0.14	0.15
Days to flower	0.80	0.95	1.55	2.97	2.88	3.78
Bacterial wilt disease index	2.14	1.27	1.83	2.75	2.75	3.38

편이었고 개화기는 B₁과 F₂ 세대에서 빠른 편으로 나타났으며 이병지수는 B₂ 세대가 가장 높았다.

Powers는 戻交雜 세대와 F₁세대간의 차의 크기 및 반복친과의 차의 비교에서 차이가 적은 편에 관여하는 親이 F₁의 형질발현을 조절하는 유전자를 갖고 있으며 우성형태로 작용한다고 보고하였다.

교배친, F₁, B₁, B₂ 및 F₂ 세대에 있어서 각 형질에 대한 분산량을 산출한 결과는 표 2와 같다. 교배친과 각 세대간의 분산량의 비교에 있어서 F₁ 세대는 초장과 간장의 분산량이 교배친에 비하여 다소 높았고 그 외의 형질들의 분산량은 큰 차이가 없었으며, B₁, B₂ 및 F₂ 세대는 조사된 전 형질에서 가장 크게 나타났고 그 다음은 B₁ 및 B₂ 세대였으며 F₁ 세대가 가장 적게 나타났다. 이러한 결과는 변이의 폭이 F₂, B₁ 및 B₂, F₁의 순으로 크게 나타났기 때문이라고 생각된다.

2. 유전자 작용

유전자 효과분석에 앞서 유전모수모형의 적용 여부를 알기 위해서 Mather and Jinks²⁰⁾의 방법으로 척도검정을 하였던 바 그 결과는 표 3과 같다.

유의성 검정은 표준오차에 의한 방법으로 하였으며 그 결과 초장, 간장, 개화일수 및 세균성마름병 이병지수는 유의성이 인정되지 않았으므로 Mather and Jinks²⁰⁾의 3-유전모수모형을 택하였고 그의 형질들은 유의성이 인정되어 Jinks and Jones²¹⁾가 제안한 6-유전모수모형을 택하여 각각의 유전자 효과를 분석하였던 바 그 결과는 표 4와 같다.

초장과 개화일수는 척도 검정에서 유의성이 인정되지 않았으나 χ^2 치의 P값이 낮아 3-유전모수모형의 적용이 부적합하며 간장과 세균성마름병 이병지수는 χ^2 치의 P값이 높아 3-유전모수모형이 적합하였다. 간장과 세균성마름병

Table 3. Scaling test for agronomic characters in cross 83H-5×Hicks.

Characters	Plant height	Stalk height	Number of leaves	Leaf length	Leaf width	Leaf shape index	Days to flower	Bacterial wilt disease index
Scaling test			*	*				
A	-3.97 ± 1.61	-1.36 ± 1.58	-2.13 ± 0.41	-4.33 ± 0.97	-1.69 ± 0.79	-0.05 ± 0.07	-2.25 ± 0.53	0.52 ± 0.40
B	-5.05 ± 3.04	-0.13 ± 2.59	0.13 ± 0.49	-0.70 ± 1.31	-3.50 ± 1.19	0.23 ± 0.08	0.80 ± 0.52	0.86 ± 0.40
C	-4.75 ± 10.68	-1.61 ± 8.14	-4.55 ± 1.07	6.89 ± 3.80	5.41 ± 2.83	-0.14 ± 0.22	-4.27 ± 1.80	1.22 ± 1.19

* Significant at 0.05 probability level.

$$A = 2\bar{B}_1 - \bar{P}_1 - \bar{F}_1$$

$$B = 2\bar{B}_2 - \bar{P}_2 - \bar{F}_1$$

$$C = 4\bar{F}_2 - \bar{F}_1 - \bar{P}_1 - \bar{P}_2$$

이병지수는 상가적 효과와 우성효과는 유의성이 인정되지 않았다.

6-유전모수모형에 의한 유전자 효과분석에서 유전자작용의 평균효과는 조사된 모든 형질에서 유의성이 인정되었다. 6-유전모수모형은 상가적 효과와 우성효과만으로 유전자의 작용을 설명할 수 없으므로 유전자간 상호작용 즉 상위성 효과가 관여함을 의미하며 초장은 유의성이 인정되지 않으나 우성효과의 작용이 크며 우성×우성효과가 크게 작용하였다. 엽수는 상가적 효과와 우성효과가 거의 같은 비율로 작용하였으며 상가적×상가적 효과의 작용이 크게 나타났다. 개화일수는 상가적 효과가 크게 작용하였으며 상가적×우성효과에서 부의 방향으로 유의성이 인정되었다. 엽장은 우성효과가 크게 작용하였으며 우성×우성효과의 상호작용 효과가 매우 크게 나타났다. 엽폭은 부의 방향으로 우성효과의

작용에 유의성이 인정되며 상가적×상가적, 우성×우성의 상호작용에 의한 효과에서도 유의성이 인정되었다. 엽형지수는 상가적 효과와 우성효과의 작용이 거의 같은 비율로 작용하였다.

Hayman and Mather⁵⁾는 척도검정에 있어서 A와 B는 상가적×우성효과 C는 우성×우성효과에 기인된 비대립 유전자의 상호작용에 영향을 받는다고 하였다.

Hayman⁴⁾, Mather and Jinks²⁰⁾는 F₂의 평균치가 양친의 평균에 가까우면 형질 발현에 작용하는 유전자는 보족적으로 작용하며 F₁ 평균치에 가까우면 상가적 효과를 나타낸다고 하였으며 Marani²¹⁾는 F₂ 및 여교잡 세대의 편차를 이용하여 이들 편차가 유의성이 인정되면 형질 발현에는 비대립 유전자의 상호작용이 존재한다고 하였다.

초장의 유전에서 Ayub et al¹⁾은 불완전 우성

황색종 연초 품종의 Gama선에 의한 돌연변이 유기 및 변이형질의 유전분석
II. 변이형질의 유전분석

Table 4. Analysis of gene effect using three and six parameter model for agronomic characters in cross 83H-5×Hicks.

Characters	Plant height	Stalk height	Number of leaves	Leaf length	Leaf width	Leaf shape index	Days to flower	Bacterial wilt disease index
3-parameter model								
m	*	*	*	*	*	*	*	
a	169.96	126.30	18.42	67.17	28.92	2.34	62.21	2.45
d	-4.60*	-1.94	-0.79	-0.10	-0.90	0.05	0.23	-0.31
χ^2	-0.55	-1.45	-0.43	-2.77*	0.40	-0.15	0.15	0.45
P	8.24	0.76	37.76	27.96	22.40	9.65	28.01	5.82
	0.015~0.025	0.09~0.75	0.001	0.001	0.001	0.0025	0.001	0.25~0.10
6-parameter model								
m	*	*	*	*	*	*	*	
a	172.30	125.47	17.66	68.10	31.05	2.20	61.38	2.80
d	-3.77	-2.38	-1.27	-1.19	-0.07	-0.04	-1.13*	-0.47
aa	-12.44	-1.02	2.38	-14.65*	-9.82*	0.17	3.19	0.61
ad	-13.76	0.11	2.55	-11.93	-10.61*	0.33	2.83	0.16
dd	0.54	-0.61	-1.13	-1.81	0.90	-0.14	-1.52*	-0.16
	22.79	1.39	-0.55	16.98*	15.81*	-0.52	-1.38	-1.55

* : Significant at 0.05 probability level.

a : Additive effects, d : Dominance effects

aa : Additive×Additive effects, ad : Additive effects×Dominance effects.

dd : Dominance×Dominance effects

이며 비대립 유전자의 상호작용을 보고하였고 Legg and Collins⁵⁾ 외 다른 연구자들^{7, 20)}은 비대립 유전자의 작용이 없고 유전자의 상가적 효과가 대부분이라고 하였다.

엽수와 개화일수의 유전자 작용은 山本⁵⁾, Sastry³⁰⁾는 엽수는 소엽이 다엽에 대해 개화기는 조기개화가 만기개화에 대해 부분 우성을, Legg et al.¹⁷⁾은 엽수는 상가적 효과가 큰 반면 개화기는

비대립 유전자 상호작용을 보고했으나 Jinks¹²⁾ 외 다른 연구자들^{15, 17, 20, 22, 27)}은 유전자의 상가적 효과가 대부분이라고 하였다. 엽장에 대해 Legg and Collins⁵⁾는 유전자의 상가적 효과가 크고 우성효과와 비대립 유전자의 상호작용은 유의성이 없었다고 하였으며 엽폭에 대해 Matzinger et al.²³⁾은 우성×우성효과가 작용한다고 한 반면 Robinson et al.²⁷⁾은 상가적 효과가 대부분이라고

하였다. 엽형지수에 대해 Humphrey et al.⁷⁾은 비대립 유전자의 상호작용은 없고 상가적 효과가 대부분이라고 하였다.

결 론

Gamma선 照射로 얻어진 변이체 83H-5와 Hicks의 교배로 양친, F₁, F₂, B₁ 및 B₂세대의 주요 특성을 조사하고 척도검정에 의한 3 및 6모수 모형을 적용하여 유전자 작용을 분석한 결과를 요약하면 다음과 같다.

1. 변이체 83H-5와 Hicks는 엽수, 엽장을 제외하고 초장, 간장, 엽폭, 엽형지수, 세균성마름병 등에서 유의성이 인정되었으며 B₁, B₂, F₂에서 교배친의 분산량이 컸다.
2. 표준오차에 의한 유의성 검정결과 초장, 간장, 개화일수, 세균성마름병 이병지수는 유의성이 인정되지 않아 3 유전모수모형을 택하고 그의 형질은 6 모수모형을 택하였다.
3. 형질의 유전자 효과 분석에서 초장은 우성효과×우성효과, 엽장은 우성효과 및 우성효과×우성효과, 엽폭은 상가적효과, 상가적×상가적 및 우성×우성효과, 개화는 상가적 우성효과에 의해 크게 작용하였다.

참고문헌

1. Ayub, M., M.A. Khan and M.Z. Qazi. Pak. Tob., 4(1) : 17-20(1980).
2. 江口恭三, 綾部富雄, 磐田試報., 2 : 63-72(1969).
3. Gamble, E.E. Can J. Plant Sci., 42 : 339-348 (1962).
4. Hayman, B.I. Hered., 12 : 371-390(1958).

5. Hayman, B.I. and K. Mather. Biometeics, 11 (55) : 69-82(1955).
6. Henika, F.S. J.Agr. Res., 44(6) : 477-493(1932).
7. Humphrey, A.B., D.F. Matzinger. and T.J. Mann. Heredity, 19 : 615-628(1964).
8. 陣晶義, 高美錫, 韓育誌., 20(2) : 146-154(1988).
9. Jinks, J.L. Genetics, 39 : 767-788(1954).
10. Jinks, J.L. Heredity, 9 : 223-238(1955).
11. Jinks, J.L. and R.M. Jones. Genetics. 39 : 767-788(1958).
12. Koelle, G. Der Zucher, 32 : 71-72(1961).
13. 李承哲, 慶北大 博士學位論文, (1982).
14. Legg, P.D., D.F. Matzinger. and T.J. Mann. Crop Sci., 10 : 805-807(1965).
15. Legg, P.D. and G.B. Collins. Crop Sci., 11 : 365-367(1969).
16. Legg, P.D. and G.B. Collins. Tob. Sci., (1971).
17. Legg, P.D., G.B. Collins. and C.C. Litton. Crop Sci., 10 : 705-707(1970).
18. Marani, A. Crop Sci., 8 : 299-303(1968).
19. Mather, K. and J.L. Jinks. Biometrical genetics. Chapman and Hall. London, 71-72 (1982).
20. Matzinger, D.F. Crop Sci., 8 : 732-735(1968).
21. Matzinger, D.F., T.J. Mann. Tob. Sci., 6 : 127-134(1962).
22. Matzinger, D.F., T.J. Mann and C.C. Cocke-rham. Crop Sci., 6 : 476-478(1966).
23. Matzinger, D.F., T.J. Mann and H.F. Robinson. Agron. J., 52 : 8-11(1960).

황색종 연초 품종의 Gama선에 의한 돌연변이 유기 및 변이형질의 유전분석
II. 변이형질의 유전분석

24. Murty, G.S. and B.R. Murty. *Current Sci.*, 3 : 109-110(1962).
25. 岡克, 育雜誌., 9 : 87-93(1959).
26. Powers, L. *Technical Bulletin 1131, U.S.Dept. of Agriculture*, (1955).
27. Robinson, H.H., T.J. Mann and R.E. Comstock. *J. Herdity*, 8 : 365-376(1954).
28. Roninson, H.H. and C.C. Cockerham. *Crop Sci.*, 1 : 68-71(1961).
29. Sasikumar B., B.G. Jaisan and N.M. Patel. *Indian J. Genet Plant Breed*, 43(1) : 59-62 (1983).
30. Sastry, A.B. and P.V. Prasada Rao. *Tob. Res.*, 6(1) : 32-38(1980).
31. 辛承求, 洪丙燾, 韓煙誌., 13(2) : 59-65(1991).
32. Valteau, W.D. *Tob. Sci.*, 1 : 91-92(1957).
33. Valteau, W.D. *Tob. Sci.*, 2 : 20-22(1958).
34. Valteau, W.D. and G.W. Stokes. *Tob. Sci.*, 1 : 175-176(1957).
35. 山本義忠, 岡山試報., 34 : 39-47(1974).