

## 황색종 연초(*Nicotiana tabacum* L.)의 주요형질과 엽위별 엽형질에 대한 유전분석

Ⅲ. 이면교배에 의한 유전력, 형질간 상관 및 경로계수

조 수 현

한국인삼연초연구소 대구시험장

**Genetic Analysis for Agronomic, Chemical, and Leaf Characters According to Stalk Position in Flue-Cured Tobacco(*Nicotiana tabacum* L.)**

Ⅲ. Heritability, Correlation and Path Coefficient by Diallel Crosses

Soo-Heon Cho

Taegu Experiment Station, Korea Ginseng & Tobacco Research Institute

(Received Oct. 19, 1989)

### Abstract

The experiment was conducted to obtain basic information on breeding of flue-cured tobacco varieties. Nine cultivars and partial diallel set of 36  $F_1$  hybrids were grown at Taegu Experiment Station, Korea Ginseng & Tobacco Research Institute in 1983.

Estimated heritability in the narrow-sense ranged from 66.21% to 94.12% for yield, leaves per plant, days to flower, leaf weight, leaf width, leaf shape, nicotine content and reducing sugar content, while that for stalk height, leaf length, midrib weight and midrib width ranged from 28.12% to 56.25%.

The genotypic correlations were positive among yield, leaf weight, leaf length, leaf width, midrib weight and midrib width in the middle leaves, days to flower, nicotine content and reducing sugar content. The leaf weight and midrib weight was more highly correlated with leaf length than leaf width.

At the path coefficient analysis of the effect of leaf and midrib characters upon yield according to stalk position, leaf weight, leaf width and midrib width in the middle leaves, and leaf weight, and leaf width in the top leaves showed high direct effects.

## 서                   론

는 바이다.

연초작물의 유전력에 대하여는 많은 보고<sup>2,3,5,6, 12,18)</sup>가 있는데 연구자 및 공시재료에 따라 다소 차이는 있으나 대체로 개화일수와 엽수에서는 높으며, 환경의 영향을 많이 받는 간장, 엽장, 엽폭 및 수량등은 낮은 편이고 alkaloids 및 환원당 함량도 다소 낮다고 하였다.

형질간의 상관에 대하여 Matzinger와 Mann<sup>11)</sup>이 황색종에서 수량과 nicotine 함량간에 부의 상관관계가 있다고 하였고, Legg et al<sup>7)</sup>은 유전상관이 환경상관보다 크며 alkaloids는 수량, 간장, 개화일수 및 품질등과 부의 상관이라 하였다. 수량과 타형질간의 상관에서 대체로 개화일수, 간장, 엽수, 엽장 및 엽폭등은 정의 상관이고 alkaloids 함량은 부의 상관이라 하였다.<sup>10, 14, 17)</sup>

수량에 미치는 경로계수 분석에서 生沼<sup>15,16)</sup>는 황색종에서 엽수, 엽장, 엽폭 및 단위엽면적중등이, 버어리종에서는 엽수와 엽폭의 직접효과가 크다고 하였다. 우리나라에서는 금과 제<sup>4)</sup>가 황색종에서 엽수와 엽폭은 직접효과가 크나 초장, 엽장 및 개화일수는 타형질을 통한 간접효과가 크다고 하였다.

본시험은 전보<sup>1)</sup>에 이어 연초 육종의 기초 연구로서 황색종의 주요형질과 엽위별 엽형질에 대한 유전력, 형질간 상관 및 수량에 대한 엽형질의 경로계수분석을 하였던 바 얻어진 결과를 보고 하

## 재료 및 방법

공시재료, 시험구 배치, 재배방법, 엽형질의 측정엽위 및 내용성분 분석은 전보<sup>1)</sup>에 보고한 바와 같다. 조사된 형질에 대하여 유전력은 Mather와 Jinks<sup>9)</sup>의 방법에 따라 분석한 분산성분으로 산출하였고, 상관계수는 분산과 공분산법으로 계산하였다. 경로계수는 유전상관을 이용하여 Wright<sup>19)</sup>와 Li<sup>8)</sup>의 방법에 따라 계산하였다.

## 결과 및 고찰

광의 및 협의의 유전력을 산출한 결과는 표1과 같다.

유전력이 가장 낮은 형질은 중위엽의 엽장으로서 광의 67.57%, 협의 28.12%였고, 가장 높은 형질은 nicotine 함량으로서 광의 96.59%, 협의 94.12%였으며, 그외 형질들은 중간치를 나타내었다.

수량, 엽수, 개화일수, nicotine 함량등은 광의와 협의의 유전력 크기가 비슷하게 나타나 유전자의 상가적 효과가 우성효과보다 크게 관여하는 것으로, 간장에서는 협의의 유전력이 광의보다 훨씬

황색종 연초 (*Nicotiana tabacum* L.)의 주요형질과 엽위별 엽형질에 대한 유전분석  
 III. 이면교배에 의한 유전력, 형질간 상관 및 경로계수

Table 1. Heritability values for agronomic, chemical, and leaf characters according to stalk position

	Yield	Leaves per plant	Stalk height	Days to flower	Nicotine	Reducing sugar
$h^2B$	74.82	90.89	78.08	93.12	96.59	81.63
$h^2N$	74.62	76.78	37.99	81.73	94.12	83.60

  

	Middle			Leaf		
	Leaf weight	Leaf length	Leaf width	Leaf shape	Midrib weight	Midrib width
$h^2B$	86.62	67.57	82.96	87.50	81.25	75.00
$h^2N$	63.38	28.12	66.21	75.00	56.25	33.33

  

	Top			Leaf		
	Leaf weight	Leaf length	Leaf width	Leaf shape	Midrib weight	Midrib width
$h^2B$	83.02	77.50	85.26	93.55	82.35	76.92
$h^2N$	69.81	53.36	64.25	74.19	64.71	53.85

씬 작게 나타나 유전자의 우성효과가 상가적 효과보다 큰 것으로, 환원당 함량에서는 협의의 유전력이 광의보다 크게 나타나 유전자의 상가적 효과가 대부분이고 우성효과는 거의 없는 것으로 추정된다. 엽형질들에 있어서는 중·상위엽 모두 광의의 유전력이 협의의 유전력보다 크게 나타나 유전자의 상가적 효과와 우성효과가 동시에 관여하나 중·상위엽의 엽장과 중골폭에서는 유전자의 우성효과가 다소 많이 관여하는 것으로 추정된다. 이와같이 수량, 엽수, 개화일수, nicotine과 환원당 함량 및 엽형질들의 유전력이 높게 나타난 것은 Ibrahim et al<sup>3)</sup> 등<sup>5,6,12,18)</sup>의 보고와 일치하였고, 본시험의 결과중 환원당 함량에서 협의의 유전력이 광의보다 크게 나타난 것은 환원당 함량이 높은 DG-72가 공시된데 기인된 것으로 생각되며, 간장과 중·상위엽의 엽장 및 중골폭에 있어서 협의의 유전력이 광의보다 훨씬 작게 나타

난 것은 유전적으로 다양한 품종을 공시할 시에는 상대적으로 유전자의 우성효과가 커져 협의의 유전력이 낮아진 것으로 생각된다.

조사된 형질 상호간의 유전 및 표현형 상관을 계산한 결과는 표 2와 같다.

대부분의 경우 유전상관이 표현형 상관보다 높게 나타났다. 유전상관에서 수량과 nicotine 함량간은 0.516 으로서 가장 높았고, 엽수, 간장, 개화일수 및 환원당 함량과는 정의 상관이었으며, 수량과 엽형질들간에는 중위엽에서 엽형을 제외한 모든 형질들과 정의 상관이었으나 상위엽의 엽형질들과는 부의 상관이었다. 엽수는 엽형과 정의 상관이었고, 간장은 중위엽의 엽중, 상위엽의 엽폭, 중위엽의 중골중, 엽폭 및 엽장, 상위엽의 엽중의 순으로 높은 정의 상관이었으며, 개화일수는 중위엽의 엽폭과 정의 상관이었으나 기타 형질과는 부의 상관이었다. Nicotine 함량은 개화일

Table 2. Genotypic and phenotypic correlation among eighteen characters in 9x9 half diallel crosses

Character	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)	(17)	(18)
Yield (1)		.106	.373	.514	.516	.418	.421	.209	.345	-.368	.385	.219	-.006	-.160	.000	-.159	-.065	-.000
Leaves per plant (2)	.069		-.415	.370	-.003	.152	-.495	-.304	-.219	.314	-.469	.057	-.568	-.468	-.470	.319	-.472	-.262
Stalk height (3)	.346	-.354		-.006	.213	.122	.532	.492	.494	-.379	.513	.203	.433	.401	.519	-.445	.362	.043
Days to flower (4)	.423	.337	-.002		-.126	.166	-.285	-.141	.207	-.403	-.341	.094	-.633	-.568	-.254	-.180	-.642	-.491
Nicotine (5)	.441	-.010	.197	-.124		.126	.575	.314	.242	-.092	.551	.129	.519	.307	.251	-.088	.507	.404
Reducing sugar (6)	.327	.189	.111	.138	.084		-.008	-.219	-.351	.305	-.002	-.368	-.231	-.438	-.551	.462	-.237	-.129
Leaf weight (7)	.459	-.459	.505	-.267	.523	.005		.710	.561	-.313	.990	.269	.733	.618	.646	-.421	.652	.429
Leaf length (8)	.297	-.264	.461	-.115	.258	.148	.707		.770	-.380	.702	.322	.532	.594	.703	-.553	.481	.254
Leaf width (9)	.373	-.197	.463	.179	.221	-.273	.571	.770		-.878	.505	.311	.260	.355	.710	-.839	.182	.011
Leaf shape (10)	-.321	.111	-.326	-.360	-.090	.251	-.283	-.315	-.841		-.240	-.237	.001	-.068	-.502	.810	.083	.160
Midrib weight (11)	.418	-.427	.472	-.312	.491	.016	.983	.691	.516	-.213		.269	.734	.649	.630	-.360	.661	.486
Midrib width (12)	.273	.061	.167	.067	.098	-.225	.330	.349	.330	-.216	.333		.139	.103	.221	-.245	.134	.365
Leaf weight (13)	.119	-.503	.419	-.560	.476	-.199	.662	.488	.267	-.001	.641	.129		.814	.663	-.249	.967	.637
Leaf length (14)	-.013	-.412	.389	-.484	.287	-.363	.552	.538	.348	-.059	.562	.093	.803		.856	-.396	.796	.308
Leaf width (15)	.083	-.426	.481	-.227	.246	-.472	.592	.621	.660	-.456	.560	.190	.673	.862		-.807	.599	.180
Leaf shape (16)	-.139	.292	-.390	-.166	-.059	.422	-.391	-.468	.766	.760	-.326	-.210	-.236	-.353	.771		-.152	.036
Midrib weight (17)	.072	-.417	.389	-.566	.464	-.204	.591	.451	.269	.061	.581	.126	.966	.787	.621	-.156	.667	
Midrib width (18)	.102	-.226	.104	-.421	.356	-.113	.381	.241	.019	.138	.371	.298	.656	.388	.258	.022	.673	

Genotypic and phenotypic correlations are above and below side of diagonal, respectively.

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

수와 엽형을 제외한 모든 형질과 정의 상관이었고, 환원당은 수량, 개화일수 및 엽형과 정의 상관이었으나 타형질과는 부의 상관이었다. 엽형질간의 상관은 엽중, 엽장, 엽폭 및 중골중 상호간에 높은 정의 상관이었다. 이와같이 유전상관이 표현형 상관보다 높게 나타나고, 유전상관에서 수량, 엽수, 간장 및 개화일수 상호간에 높은 정의 상관을 나타낸 것은 Matzinger<sup>10)</sup> 및 Povilaitis<sup>17)</sup>가 황색종에서 보고한 바와 일치하는 경향이었으며, 수량과 nicotine 함량간은 정의 상관으로서 Legg et al<sup>7)</sup>, Matzinger와 Mann<sup>11)</sup>의 보고와 상이한데 이는 수량이 적으면서 nicotine 함량도 적은 LAF 53 이 공시된 데 기인되었고, 또한 수량과 환원당 함량간도 정의 상관으로서 이<sup>5)</sup>

의 보고와 상반되나 Matzinger와 Wernsman<sup>13)</sup>의 결과와는 일치하였는데, 이는 다수성이면서 환원당 함량이 높은 DG-72가 공시된 데 기인된 것으로 생각된다. 수량과 엽형질들의 상관에서 중위엽은 높은 정의 상관이었으나 상위엽에서는 부의 상관이었는데, 이러한 결과는 공시 품종중 다수성인 DG-72, NC 13 및 Coker 86이 상위엽의 신장이 타품종들보다 작은 데 기인된 것으로 생각된다.

유전상관 계수를 이용하여 엽위별 엽형질들이 수량에 미치는 효과를 경로계수 분석법에 의해 계산한 결과는 표 3과 같다.

중위엽의 엽형질이 수량에 미치는 직접효과는 엽중 1.350, 엽폭 0.316, 그리고 중골폭은 0.126

Table 3. Path coefficient analysis of the direct and indirect influence of middle and top leaf upon given yield

Middle leaf				
(1) Leaf weight vs. Yield	(2) Leaf length vs. Yield	(3) Leaf width vs. Yield	(4) Midrib weight vs. Yield	(5) Midrib width vs. Yield
$r_{1y} = 0.421$	$r_{2y} = 0.209$	$r_{3y} = 0.345$	$r_{4y} = 0.385$	$r_{5y} = 0.219$
$p_{1y} = 1.350$	$p_{2y} = -0.454$	$p_{3y} = 0.316$	$p_{4y} = -0.826$	$p_{5y} = 0.126$
$r_{12p_{2y}} = -0.322$	$r_{21p_{1y}} = 0.958$	$r_{31p_{1y}} = 0.756$	$r_{41p_{1y}} = 1.336$	$r_{51p_{1y}} = 0.364$
$r_{13p_{3y}} = 0.177$	$r_{23p_{3y}} = 0.243$	$r_{32p_{2y}} = -0.349$	$r_{42p_{2y}} = -0.318$	$r_{52p_{2y}} = -0.146$
$r_{14p_{4y}} = -0.817$	$r_{24p_{4y}} = -0.579$	$r_{34p_{4y}} = -0.417$	$r_{43p_{3y}} = 0.159$	$r_{53p_{3y}} = 0.098$
$r_{15p_{5y}} = 0.034$	$r_{25p_{5y}} = 0.041$	$r_{35p_{5y}} = 0.039$	$r_{45p_{5y}} = 0.034$	$r_{54p_{4y}} = -0.222$

  

Top leaf				
(1) Leaf weight vs. Yield	(2) Leaf length vs. Yield	(3) Leaf width vs. Yield	(4) Midrib weight vs. Yield	(5) Midrib width vs. Yield
$r_{1y} = -0.006$	$r_{2y} = -0.160$	$r_{3y} = 0.000$	$r_{4y} = -0.065$	$r_{5y} = -0.000$
$p_{1y} = 0.883$	$p_{2y} = -0.961$	$p_{3y} = 0.476$	$p_{4y} = -0.367$	$p_{5y} = -0.107$
$r_{12p_{2y}} = -0.782$	$r_{21p_{1y}} = 0.718$	$r_{31p_{1y}} = 0.585$	$r_{41p_{1y}} = 0.853$	$r_{51p_{1y}} = 0.562$
$r_{13p_{3y}} = 0.316$	$r_{23p_{3y}} = 0.408$	$r_{32p_{2y}} = -0.822$	$r_{42p_{2y}} = -0.765$	$r_{52p_{2y}} = -0.296$
$r_{14p_{4y}} = -0.355$	$r_{24p_{4y}} = -0.292$	$r_{34p_{4y}} = -0.220$	$r_{43p_{3y}} = 0.285$	$r_{53p_{3y}} = 0.086$
$r_{15p_{5y}} = -0.068$	$r_{25p_{5y}} = -0.033$	$r_{35p_{5y}} = -0.019$	$r_{45p_{5y}} = -0.071$	$r_{54p_{4y}} = -0.245$

으로 정의 효과를 나타내었으나 엽장과 중골중은 각각  $-0.454$ 와  $-0.826$ 으로 부의 효과를 나타내었다. 직접효과가 컸던 엽중은 엽폭과 중골폭을 통하여 정, 엽장과 중골중을 통하여 부의 간접 효과를 나타낸 반면, 직접효과가 부인 엽장은 엽중, 엽폭 및 중골폭을 통하여 정, 중골중을 통하여 부의 간접효과를 나타내었다.

상위엽의 엽형질이 수량에 미치는 직접효과는 엽중  $0.883$ , 엽폭  $0.476$ 으로 정의 방향이나 엽장, 중골중 및 중골폭은 부의 효과를 나타내었다. 엽중은 수량과 부의 상관이었으나 직접 효과는  $0.883$ 으로 크게 나타났고, 엽폭을 통하여 정, 엽장, 중골중 및 중골폭을 통하여 부의 간접효과를 나타내었다. 엽장은 엽중과 엽폭을 통하여 정, 중골중과 중골폭을 통하여 부의 간접효과를 나타내었다. 본시험과 같이 엽위별로 엽형질들이 수량에 미치는 효과를 분석한 보고는 없으나, 중위엽에서는 엽중, 엽폭 및 중골폭의 직접효과가 크고, 엽장과 중골중은 엽중과 엽폭을 통한 간접효과가 크게 나타나, 최대엽으로 분석한 금과 제<sup>4)</sup> 및 生沼<sup>15,16)</sup>의 결과와 비슷한 경향이며, 상위엽에서는 엽중과 엽폭의 직접효과가 크고 엽장과 중골중은 엽중과 엽폭을 통한 간접효과가 컸다. 또한 엽위별 엽형질들이 수량에 미치는 직접효과와 간접효과는 다소 차이가 있으나 엽중과 엽폭은 중·상위엽에서 모두 직접효과가 크게 나타났으므로, 이 두 가지는 다수성 계통 육성의 중요한 형질로서 초기세대에 선발효과가 클 것으로 생각된다.

## 결 론

연초의 신품종 육성을 위한 기초자료를 얻기 위하여 엽형질의 특성이 상이한 황색종 9 품종을 이면교배하여  $F_1$  36 조합과 교배친을 재료로 하여 연초의 주요형질과 엽위별 엽형질에 대한 유전력, 형질간 상관관계 및 수량에 대한 엽형질들의 경로 분석을 하였던 바 그 결과를 요약하면 다음과 같다.

1. 협의의 유전력은 수량, 엽수, 개화일수, 엽중, 엽폭, 엽형, nicotine 및 환원당 함량은  $66.21 \sim 94.12 \%$ 로서 높았고, 간장, 엽장, 중골중 및 중골폭은  $28.12 \sim 56.25 \%$ 로 다소 낮았다.

2. 유전상관에서 수량과 중위엽의 엽중, 엽장, 엽폭, 중골중, 중골폭, 개화일수, nicotine 및 환원당 함량 상호간에 정의 상관이었고, 엽형질중 엽중과 중골중은 엽폭보다 엽장과 높은 정의 상관이었다.

3. 엽위별 엽형질들이 수량에 미치는 경로 분석에서 중위엽은 엽중, 엽폭, 중골폭, 상위엽에서는 엽중과 엽폭의 직접효과가 컸다.

## 참 고 문 헌

1. Cho, S.H. and D.U. Kim, Korean J. Breed. 19(3):297-307 (1987).
2. Gwynn, G.R., Tob. Sci. 10:149-153 (1966).
3. Ibrahim, H., B. Slavik and N. Avratovscukova, Biologia Plantarum 26: 258-292 (1984).
4. 금완수, 제삼물. 한국연초학회지. 3:41-48 (1981).
5. 이승철. 경북대 박사학위논문 (1981)
6. Legg, P.D., J.F. Chaplin and G. B. Collins, J. Heredity. 60:213-217 (1969).
7. Legg, P.D., D.F. Matzinger and T.J. Mann, Crop Sci. 5:30-33 (1965).
8. Li, C.C. An introduction to population genetics. National Peking Univ. Press, Peiping, pp.152-176 (1948).
9. Mather, K. and J.L. Jinks, Biometrical Genetics. 3rd ed. Chapman and Hall, London. (1982).

황색종 연초 (*Nicotiana tabacum* L.)의 주요형질과 염위별 염형질에 대한 유전분석  
Ⅲ. 이면 교배에 의한 유전력, 형질간 상관 및 경로계수

10. Matzinger, D.F., *Crop Sci.* 8:732-735 (1968).
11. Matzinger, D.F. and T. J. Mann, *Proceeding of 3rd World Tobacco Sci. Congress, Salisbury*, pp.357-365 (1963)
12. Matzinger, D.F. and E.A. Wernsman, *Tob. Sci.* 12:177-180 (1968).
13. Matzinger, D.F. and E.A. Wernsman, *Proceeding of 5th International Tobacco Sci. Congress, Hamburg*, pp.68-76 (1970).
14. Matzinger, D.F., E.A. Wernsman and C.C. Cockerham, *Crop Sci.* 12:40-43 (1972).
15. 生沼忠夫. 盛試報告. 5:1-6 (1970).
16. 生沼忠夫. 磐試報告. 11:1-52 (1979).
17. Povilaitis, B., *Can. J. Genet. Cytol.* 7:523-529 (1965).
18. Povilaitis, B., *Can. J. Genet. Cytol.* 8:336-346 (1966).
19. Wright, S., *J. Agr. Res.* 20:557-587 (1921).