

연초 (*Nicotiana tabacum* L.) 육종을 위한
제형질의 통계유전학적 연구

IV. 재배법 및 세대에 따른 유전적 Parameter의 변동

조명조 · 진정의

한국인삼연초연구소 대구시험장

Genetic Analysis on Some Quantitative Characters in Tobacco
(*Nicotiana tabacum* L.) **Breeding**

IV. Changes of Genetic Parameter according to different
Cultivated Systems and Generations.

Myung-Cho Cho, Jeong-Eui Jin
(Received Sep. 3, 1989)

Abstract

The study was conducted to obtain the genetic informations for some useful characters in tobacco breeding. The eight parents and a set of 28 crosses of F_1 's and F_2 's were used as materials, and planted on two different cultivated systems, i. e., oriental's and burley systems, during 1986-1988 at Taegu Experiment Station, Korea Ginseng & Tobacco Research Institute. The observed characters were six agronomic characters which were plant height, number of leaves per plant, leaf length, leaf width, days to flowering, yield and five chemical components, nicotine, total nitrogen, protein nitrogen, total volatile base and pet. ether extract.

The results obtained are summarized as follows :

1. The higher heritabilities were found for days to flowering, yield and nicotine in both generations, but values for number of leaves per plant, leaf length, total nitrogen and protein nitrogen were lower than other characters.
2. Genotypic correlation coefficients among all pairs of characters were slightly higher than the corresponding phenotypic correlations in F_1 's and F_2 's on two different cultivated systems. The relationship between leaf length and leaf width was the positive correlation, but that between number of leaves per plant and leaf width was negative.
3. From the genotypic correlations between yield and other characters, a conclusion that the yield was highly correlated with plant height, leaf length, leaf width and days to flowering was given.
4. Quality was positively correlated with number of leaves per plant and nicotine, but negatively with the other agronomic characters and chemical components.

서 론

자식성 작물의 육종에 있어 육종목표를 선정하고 목표에 따른 잡종세대들의 선발은 매우 중요하다 하겠다. 즉 육종목표를 어떤 특정형질의 육성에 중점을 두었다면 육종가는 표현형에 의한 그 형질의 선발만을 고려하기 이전에 육성하고자 하는 특정 형질과 연관이 있는 타 여러 형질간의 유전관계를 먼저 규명해 나아가야 할 필요성이 있다. 이것은 작물의 형질발현은 형질 그 자체 및 여러 형질들간의 유전적 관계나 또는 환경과의 상호작용에 의한 결과로 표현되므로 단순히 형질의 표현형만 보고서 선발하였다고 해서 크나큰 선발효율을 가져오는 것은 아니기 때문에, 실제 선발을 하기 이전에는 다른 형질들의 유전적 행동도 동시에 행동도 동시에 고려해 가면서 선발하는 것이 높은 효율을 얻을 수 있는 방법이 될 것이다. 따라서 잡종초기세대부터 후대의 고정된 계통까지 특정형질

의 육성계획아래 선발을 해 나갈 때는 각 형질의 유전력 및 형질상호간의 유전상관등의 각종 유전적 Parameter 등을 응용하는 것이 단순히 형질의 표현형만 보고서 선발하는 것 보다 훨씬 더 효과적인 선발이 될 것으로 믿어진다.

본 시험은 교잡후 생성된 잡종계통들에 대하여 육종목표에 따라서 선발이전에 잡종초기세대에서 발현되는 형질별 유전적 Parameter 등을 산출하여 각 형질들의 유전적 변이가 어떻게 표현되는가를 평가함으로써 차후 잡종후대의 교정세대에 대한 선발지침을 얻기 위해 실시되었다.

재료 및 방법

1. 공시재료 및 재배법

본 시험에 공시된 품종중 Orient종은 그리스

시 험 결 과

에서 도입한 Samsun, Kaba-Koulak, Xanthi-Basma와 국내에서 육성한 품종인 KA 102였고, Burley종은 미국에서 도입한 Burley 21, Ky 17, Va 509, LA Burley 21 등이 있는데, 이들 공시재료들은 1986년 표준재배법에 따라 재배한 포장에서 이면교잡하여 28개 조합의 F₁ 종자를 얻었다.

이들 교배친 8개 품종과 F₁ 28개 조합은 1987년 Orient종 재배법의 재식거리인 80 cm×20 cm와 Burley종 재식거리 110 cm×36 cm로 각각 20주씩 일반 멀칭으로 이식하여 공시재료들은 양 재배법에 따라 재배되었는데, F₂는 F₁에서 자식되어온 종자를 채종하여, 1988년 교배친 8개 품종과 같이 동일 양 재배법에 따라 각각 40주씩 이식하였다. 재배법에서 시비량은 Orient종 재배구에 대해서는 연소용복비(10-10-20)로서 표준시비 30 kg/10a로, Burley종 재배구에는 표준시비 175 kg/10a로 하였는데, 퇴비는 1,200 kg/10a 동일처리로 전량 기비로 시용하였으며, 기타 재배법 및 본표판리는 Orient종 및 Burley종의 두 처리수준에서 각각의 표준재배법에 준하였다. 시험구 배치는 난괴법, 3반복으로 하고 각 형질의 조사는 본 연구소의 조사기준에 따랐는데, 내용성분중 nicotine 함량은 Gundiff-Markunas법, total nitrogen은 개량 Kjeldahl법, protein nitrogen은 Morh법에 따라 분석하였으며, total volatile base, pet. ether extract 그리고 6개 농업형질에 있어서는 본 연구소 표준담배 성분분석법 및 조사기준에 의하였다.

2. 측정치의 통계분석

조사결과 얻어진 개체별 측정치로써 반복별 평균치를 산출하고 이들 평균치로서 각각의 분석에 임했는데 선발을 위한 제형질의 유전적 Parameter의 추정에서 유전력 및 유전상관등은 Robinson et al.²⁶⁾과 Grafius et al.⁶⁾에 따랐다.

1. 각 형질의 유전력

유전적 Parameter 중 각 형질들의 유전력을 세대별로 산술해 본 결과는 표1과 같다. 전 농업형질과 내용성분중 평균 유전력이 높았던 형질은 개화일수, 수량 그리고 nicotine이었다. 즉 이들 형질들은 타 양적형질들에 비해 재배방법이나 세대에 관계없이 90% 이상의 높은 유전력을 보였는데, 이들중 수량의 유전력이 매우 높은 것으로 표현되었다. 비교적 낮은 유전력은 내용성분중 protein nitrogen, total nitrogen 및 엽록이었는데, 유전력이 낮은 형질일수록 재배방법에 따른 차이를 보였으며, 그중 total nitrogen이 시비수준이나 재식거리등에 의하여 받은 영향이 타 형질들보다 현저한 것으로 나타났다. 세대별로는 total nitrogen과 pet. ether extract를 제외한 전 양적형질에서 F₂ 세대가 F₁ 세대보다 높은 유전력을 보여 각 형질들은 세대의 진전에 따라 유전력도 증가되었으나 total nitrogen, pet. ether extract는 다소 상이한 경향을 보였다.

재배방법에 따른 유전력의 변동에서, 각 형질들은 대개 F₁에서는 Orient종 재배법이 Burley종 재배법보다, F₂세대는 Burley종 재배법이 Orient종 재배법보다 높은 유전력을 보였다. 즉 F₁세대에서 엽장과 protein nitrogen을 제외한 전 형질이 Burley종 재배법보다 Orient종 재배법에서의 유전력이 각 형질에 대해 높았으며, F₂세대는 3개의 엽형질과 개화일수는 Orient종 재배법이 Burley종 재배법보다 크게 평가되었으나, 타 형질들은 Burley종 재배법에서 높았다. 따라서 엽수, 엽폭 및 개화일수 그리고 내용성분중 protein nitrogen 등의 유전력은 재배법에 관계없이 세대의 진전에 따라 같은 방향으로 유전력을 나타내었으나, 타 형질은 이들 형질과 상이하였다.

Table 1. Heritabilities and genotypic-, environmental variances for 11 characters of F₁ and F₂ generations on two different cultivated systems # in tobacco.

Characters	Generation Item*	O		B		Mean heritability	
		F ₁	F ₂	F ₁	F ₂	F ₁ (O+B)	F ₂ (O+B)
Plant height	Q ² G	382.97	183.86	232.05	282.97		
	Q ² E	45.28	28.98	45.20	18.43		
	h ² (%)	89.42	86.38	83.69	93.88	86.55	90.12
No. of leaves per plat	Q ² G	9.90	8.25	4.91	9.17		
	Q ² E	1.09	0.99	0.88	1.39		
	h ² (%)	90.07	89.26	84.76	86.77	87.41	88.01
Leaf length	Q ² G	14.09	45.13	34.21	65.71		
	Q ² E	4.98	3.34	11.95	6.62		
	h ² (%)	73.85	93.09	74.09	90.84	73.97	91.96
Leaf width	Q ² G	3.96	6.04	7.13	17.71		
	Q ² E	2.60	1.43	6.45	4.46		
	h ² (%)	60.37	80.84	52.53	79.88	56.45	89.36
Days to flowering	Q ² G	41.58	17.32	24.38	13.27		
	Q ² E	1.27	0.78	0.96	0.93		
	h ² (%)	97.02	95.68	96.17	93.43	96.59	94.55
Nicotine	Q ² G	0.03	0.08	0.23	0.06		
	Q ² E	0.01	0.01	0.02	0.01		
	h ² (%)	95.85	94.19	91.44	96.17	93.64	95.18
T-Nitrogen	Q ² G	0.16	0.09	0.13	0.12		
	Q ² E	0.03	0.05	0.05	0.04		
	h ² (%)	82.08	61.63	70.78	73.22	76.43	67.42
P-Nitrogen	Q ² G	0.02	0.03	0.04	0.04		
	Q ² E	0.02	0.01	0.02	0.01		
	h ² (%)	51.28	78.27	66.15	90.56	58.71	84.41
Total volatile base	Q ² G	0.01	0.01	0.01	0.02		
	Q ² E	0.01	0.01	0.01	0.01		
	h ² (%)	89.14	92.48	88.18	97.31	88.66	94.89
Pet. ether extract	Q ² G	0.47	0.18	0.39	0.33		
	Q ² E	0.04	0.09	0.06	0.05		
	h ² (%)	90.88	95.96	86.57	68.21	88.72	76.08
Yield	Q ² G	2245.84	2094.97	2183.19	1352.67		
	Q ² E	23.77	9.24	46.90	1.07		
	h ² (%)	98.95	99.56	97.89	99.92	98.42	99.74

* O²G, genotypic variance; O²E, environmental variance; h², heritability in %.
O and B in system are referred to oriental and burley cultivated systems, respectively.

2. 형질 상호간의 상관관계

11개 형질 상호간의 상관관계를 알기 위하여 표현형상관, 유전상관 및 환경상관을 세대별로 산출한 바, 표 2a 및 2b와 같다.

Orient종 재배법의 F₁세대(표 2a)에서, 형질 상호간의 유전상관치는 표현상관치보다 다소 높았는데, 초장과 내용성분간, total volatile base, 엽폭, 그리고 nicotine과 타형질간에는 표현형상관치가 유전형상관치보다 다소 높은 경향이 있었다.

각 형질별로 볼 때 초장은 엽수, 엽장 및 엽폭 간과는 높은 정의 상관을, 내용성분중 protein nitrogen 및 total volatile base는 유의한 부의 상관을 보였고, 엽수는 개화일수와는 정으로, 엽폭과는 높은 부의 상관이었으며, 엽장은 엽폭, total nitrogen간과 정의 상관을 나타내었는데, 엽폭은 protein nitrogen간과는 부로 pet. ether extract과는 정의 상관을 보였다. 개화일수는 내용성분중 protein nitrogen, total volatile base간등과 높은 정의 상관을 보였으나 nicotine은 타형질들과 상관의 정도가 없었다. Total nitrogen는 내용성분등과 높은 정의 상관을 나타내었는데, 그중 protein nitrogen, total volatile base 및 pet. ether extract간과 유의하였으며, 또한 total volatile base과 pet. ether extract간과도 유의한 정의 상관이었다.

Orient종 재배법의 F₁세대에서의 수량은 엽장, 개화일수, protein nitrogen 및 total volatile base간등의 형질들과 정의 상관을 나타냄으로써 타 여러 형질들보다 이러한 형질들이 Orient종 재배법의 F₁세대에서 수량을 증가시킬 수 있는 형질들로 보였다.

Burley종 재배법의 F₁세대에서는 각 형질 상호간의 상관관계가 Orient종 재배법의 F₁보다 다소 높았다. 즉 표현형상관치와 유전상관의 값에서는 유전상관치가 비교적 높았으나, nicotine, pet. ether extract등이 타형질과의 관계에서는 표현형상관의 값이 다소 높았다. 초장은 3

개의 엽형질과 개화일수, 내용성분중 total nitrogen 및 total volatile base들과 높은 정의 상관을 보였으나, pet. ether extract간과는 부의 관계를 보였고, 엽수는 개화일수 및 total volatile base간과는 정의 상관이었으며, 엽장은 엽폭, 개화일수, total nitrogen, protein nitrogen 및 total volatile base간과는 정으로, nicotine과는 부의 상관을 보였는데 엽폭은 total volatile base과 정의 상관을 인정할 수 있었다.

Burley종 재배법의 F₁세대에서 개화일수는 Orient종 재배법과 같이 내용성분과 관계가 깊었는데, 이중 total nitrogen, protein nitrogen 및 total volatile base과의 정의 상관으로서 그 유효도가 높았으나, nicotine은 엽장을 제외한 타형질과 상관관계가 없었고, total nitrogen은 protein nitrogen, total volatile base간과 정으로 각각 높은 상관관계를 나타내고 있었다. 수량의 경우, Orient종 재배법보다는 많은 형질들과 상관의 정도가 높았는데, pet. ether extract과는 상관이 없었지만, nicotine과는 부로, 기타 전 형질과는 정의 상관을 보여 수량과 타형질간과의 상관관계는 Orient종 재배법보다 다소 상이한 경향이 있었다.

F₂세대에서의 형질간 상관계수는 F₁세대와 비교할 때 큰 차이는 없었다. Orient종 재배법의 F₂세대는 대개 유전상관 값이 높았으나, nicotine, pet. ether extract와 타형질간에 있어서는 표현상관의 값이 다소 높았는데, 이러한 경향은 Burley종 재배법에서도 같은 경향이 있었다.

형질간의 상관관계를 볼 때 초장은 엽장, 엽폭, 개화일수, total volatile base관과는 정의 상관을 보였으며, 엽수는 엽장, 엽폭 및 total volatile base등과는 부의 상관이었으나, nicotine과는 정의 상관으로, 엽장은 엽폭, 개화일수, total nitrogen, total volatile base간에서 정의 상관을, nicotine과는 부의 상관이었으며, 엽폭은 개화일수, total nitrogen, total volatile base와는 정의 상관, nico-

Table 2a. Phenotypic, genotypic and environmental correlation coefficients*1 among 11 characters of F₁ on two cultivated systems in tobacco.

Characters	PH	LN	LL	LW	DF	Nic	T-N	P-N	TV	ET	Y
Plant height (PH)	rPH	0.2891**	0.5860**	0.4080**	0.5215**	-0.1719	0.3718**	0.1001	0.4355**	-0.3285**	0.6242**
	rG	0.2616	0.6560	0.4841	0.5824	-0.2014	0.4444	0.1371	0.5197	-0.3779	0.6846
	rE	0.2939	0.3313	0.3000	0.0546	0.0207	0.1273	0.0157	-0.1020	-0.0455	0.0915
No. of leaves per plant (LN)	rPH	0.3848**	0.1837	-0.0995	0.4841**	-0.0101	0.1084	-0.0700	0.2843**	-0.0267	0.2261**
	rG	0.3944	0.1868	-0.2098	0.5315	0.0008	0.1188	-0.0311	0.3321	-0.0533	0.2558
	rE	0.3508	0.1734	0.1251	0.1267	-0.0862	0.0648	-0.1765	-0.0368	0.1233	-0.1184
Leaf width (LL)	rPH	0.5027**	0.0101	0.6281**	0.6461**	-0.2666**	0.5041**	0.3211**	0.4835**	-0.1052	0.6711**
	rG	0.5562	-0.0144	0.6796	0.7816	-0.3218	0.7099	0.5042	0.6331	-0.1416	0.7884
	rE	0.2958	0.1391	0.5811	-0.0933	-0.0381	-0.0285	-0.0962	-0.1793	0.0628	0.0045
Leaf width (LW)	rPH	0.3931**	-0.2775**	0.5889**	0.1666	-0.0632	0.1475	0.0482	0.3641**	-0.2181*	0.2921**
	rG	0.5084	0.3989	0.5545	0.2662	-0.0704	0.2821	0.2372	0.5231	-0.3139	0.4173
	rE	0.1069	0.0856	0.6773	0.2662	-0.0751	-0.0767	-0.2026	0.0199	-0.0294	-0.0661
Days to flowering (DF)	rPH	-0.0178	0.1939*	0.1572	-0.1432	-0.1381	0.6087**	0.3087**	0.5847**	-0.1561	0.7277**
	rG	-0.0103	0.2163	0.1868	-0.1801	-0.1399	0.7267	0.3931	0.6444	-0.1701	0.7522
	rE	-0.1909	-0.0814	0.0058	-0.0557	-0.1413	0.1301	-0.0694	-0.0215	-0.0061	-0.0236
Nicotine (Nic)	rPH	0.1113	-0.0807	0.1726	-0.0978	-0.0751	-0.1597	-0.2271	-0.0222	-0.1443	-0.3407**
	rG	0.1294	-0.0754	0.2320	-0.0978	-0.0751	-0.1737	-0.3514	-0.0503	-0.1724	-0.3623
	rE	-0.1143	-0.1721	0.0184	-0.0422	-0.1193	-0.1206	0.3119	0.1959	0.1182	0.0208
T-Nitrogen (T-N)	rPH	0.0079	-0.0883	0.2449*	0.1248	-0.0363	0.0273**	0.4032	0.4659**	-0.0953	0.6556**
	rG	0.0100	-0.0926	0.2836	0.1312	-0.0612	0.1788	0.6253	0.5669	-0.1269	0.7737
	rE	-0.0671	-0.0636	0.0751	0.1394	0.2125	0.4386	0.6892	0.0892	0.0209	0.1527
P-Nitrogen (P-N)	rPH	-0.2634**	0.0481	-0.1480	0.2100*	0.0386	0.1788	-0.0459	0.1861	0.0074	0.3908**
	rG	-0.4241	0.0647	-0.1585	-0.4342	0.3436	0.0476	0.4386	0.2739	0.0669	0.4907
	rE	0.0958	-0.0404	-0.1821	-0.2834	-0.0279	0.0414	0.1788	-0.0921	-0.1607	0.0028
TVB (TV)	rPH	-0.2694**	-0.1441	-0.0269	-0.0410	0.0210	0.1306**	0.4307	0.2916**	-0.0553	0.5597**
	rG	-0.3124	-0.1683	-0.0279	-0.0436	0.6039	0.3309	0.5779	0.2739	-0.0637	0.6071
	rE	0.0637	0.0583	-0.0168	0.0402	-0.0167	0.1193	0.4533	0.2688	0.0349	-0.0558
Ether (ET)	rPH	0.0655	-0.4032**	0.1671	0.0306	0.1336	0.2769**	0.0119	0.2916**	0.0349	-0.1065
	rG	-0.0550	-0.4286	0.2114	0.2842	0.1489	0.3054	0.0056	0.3027	0.0628	-0.1143
	rE	-0.1614	-0.1560	-0.0066	-0.0753	-0.0970	0.1894	0.1429	0.1928	0.0725	-0.1056
Yield (Y)	rPH	-0.0959	0.0640	0.3326**	-0.1101	0.5492**	0.1693	0.2516**	0.2890**	0.3177	0.0793
	rG	-0.1098	0.0668	0.3934	-0.1328	-0.5617	0.1894	0.3868	0.3177	-0.0955	-0.1054
	rE	0.1923	0.0529	-0.0480	-0.1202	-0.0587	0.0106	-0.0955	-0.2754	-0.1054	-0.1054

*. rph, phenotypic correlation; rG, genotypic correlation; rE, environmental correlation.

**, ** phenotypic correlations of 0.1889 and 0.2477 are necessary to be significant at 5% and 1% level, respectively.

○ Top right triangle contains burley cultivated system and bottom left oriental ones.

Table 3. Correlation coefficients*1 between quality and 11 characters of F₁ and F₂ on two different cultivated systems in tobacco.

Characters# Cultivated systems	PH	LN	LL	LW	DF	Nic	T-N	P-N	TV	ET	Yield
F ₁	rPH	0.3445**	-0.3071**	0.0285	-0.5787**	0.1338	-0.1505	-0.2757**	-0.4382**	-0.1686	-0.6729**
	rG	0.1657	-0.3601	0.0492	-0.5898	0.1359	-0.1769	-0.4074	-0.4719	-0.1770	-0.6822
	rE	0.1789	0.2749	0.0088	-0.0900	-0.0905	0.0647	0.1990	-0.0280	0.1167	-0.0491
O	rPH	-0.2550**	0.6265**	-0.8741**	-0.7152**	-0.6777**	0.3808**	-0.3395**	-0.0165	-0.5517**	0.2336* -0.7754**
	rG	-0.2749	0.6643	-0.9232	-0.8110	-0.6995	0.3954	-0.4390	-0.0085	-0.5742	0.2921 -0.7793
	rE	-0.1244	0.1138	-0.0379	-0.0695	0.0513	-0.0428	-0.0303	-0.2227	-0.2010	-0.0473 -0.2420
F ₁	rPH	-0.5219**	-0.1266	-0.7076**	-0.3743**	-0.7063**	0.3896**	-0.6606**	-0.5204**	-0.5044**	0.0303 -0.7376**
	rG	-0.5276	-0.1395	-0.8255	-0.5099	-0.7270	0.4054	-0.7953	-0.6508	-0.5431	0.0392 -0.7486
	rE	-0.0698	0.0193	-0.0696	-0.1456	0.1430	0.1240	0.0808	-0.0139	-0.0235	-0.1345 -0.0419
B	rPH	-0.0104	0.4537**	-0.7789**	-0.7303**	-0.6914**	-0.0430	-0.3686**	-0.1914**	-0.3322**	0.0432 -0.8475**
	rG	-0.0142	0.4910	-0.8357	-0.8418	-0.7258	-0.0448	-0.4368	-0.2064	-0.3392	0.0494 -0.8534
	rE	0.1385	0.0101	-0.0717	-0.0207	-0.0462	0.0378	0.0082	0.1004	-0.0300	-0.0578 0.1103

*1. rph, phenotypic correlation; rG, genotypic correlation; rE, environmental correlation.
 *, ** phenotypic correlations of 0.1889 and 0.2477 are necessary to be significant at 5% and 1% level, respectively.

© Oriental and burley cultivated systems are left and right on diagonal lines, respectively.
 # Characters are expressed as follows: PH, plant height; LN, number of leaves per plant; LL, leaf length; LW, Leaf width; DF, days to flowering; Nic, nicotine; T-N, T-nitrogen; P-N, P-nitrogen; TV, TVB; ET, ether.

tine 과는 부의 상관으로, nicotine은 주로 엽
 형질들과는 부의 경향을 각각 나타내었다. 개화
 일수는 total nitrogen, total volatile
 base와는 정의 상관으로서, F₁ 세대와 비슷한
 경향을 보였지만, 부의 상관을 보였고, nicotine
 은 많은 형질과 부의 상관을 보였지만, 그중 엽
 장, 엽폭, 개화일수, protein nitrogen, to-
 tal volatile base 등과 유의한 부의 상관이었
 는데, total nitrogen은 내용성분중 total
 volatile base와 정의 상관을 나타내었다. 수
 량의 경우, Burley 종 재배법의 F₁ 세대에서는
 많은 형질과 관련이 있었는데, 이들 형질중 초장,
 엽장, 엽폭, 개화일수, total nitrogen, to-
 tal volatile base와는 정의 상관으로, 엽수,
 nicotine, pet. ether extract 간과는 부위
 상관을 각각 나타내었다. 한편, Burley 종 재배
 법의 F₂ 세대는 Orient 종 재배법과 다소 차이
 가 있었으나, 그 경향은 비슷하였다. 각 상관치
 에 있어서는 엽수, nicotine 및 pet. ether
 extract와 타 형질간에는 표현형상관의 값이
 높았으나, 기타 각 형질간에 있어서는 유전상관
 의 값이 표현형상관의 값이 높았으나, 기타 각 형
 질간에 있어서는 유전상관의 값이 표현상관의 값
 이 높았으나, 형질간의 상관관계를 볼 때, 초장,
 엽수, 엽장간과는 정의 상관으로, 엽수는 엽장,
 엽폭, total nitrogen간과 부의 상관을, 그리고
 엽장은 엽폭, 개화일수, total nitrogen,
 total volatile base 등 간과 정의 상관을 보
 임으로서, 엽수의 경우와는 다소 상이한 경향을
 보이고 있었다. 엽폭은 개화일수와 정의 상관으
 로서 엽장의 경향과 같았으나, 개화일수는 pro-
 tein nitrogen, total volatile base간과는
 정의 상관으로서, F₁세대와 같은 결과를 나타내었다.

Nicotine은 내용성분중 total volatile
 base와는 정으로, pet. ether extract 간과
 는 부의 상관을 보여 nicotine은 total vol-
 atile base와 pet. ether extract의 변화
 에 정, 부로 작용하였으나, total nitrogen,

protein nitrogen 및 total volatile base
 간과 정의 유의한 상관으로서 이들 중 한 형질의
 증가는 타 형질도 증가하는 경향이었고, total
 volatile base는 pet. ether extract 간과
 부의 상관을 보여, Orient 종 재배법의 F₁과는
 상반되는 경향을 나타내었다.

수량은 전 형질중 엽장, 엽폭, total nitro-
 gen, total volatile base 등과 정의 상관을
 보임으로서 재배법이나, 세대에 따라서도 큰 변동
 은 보이지 않았는데, 이러한 수량은 주로 엽수보
 다는 엽장, 엽폭 그리고 nicotine과 total
 volatile base의 함량들이 수량을 증가시킬 수
 있는 것으로 보여진다. 담배에 있어서 품질은 매
 우 중요한 형질인데 일반 양적형질과의 상관관계
 를 알므로서 조기에 품질의 양부를 평가할 수 있
 었다. 이러한 품질과 각 형질들의 상관관계를 산
 출한 결과 표 3 과 같다.

표 3 에서 품질과 양적형질과의 관계는 세대나
 재배법과는 관계없이 대개 일정한 경향을 보이고
 있었다. 즉, 품질은 형질중, 엽수, nicotine간
 과는 정의 상관을 보임으로서 엽수가 많거나 고
 nicotine 함량은 품질을 다소 증가시킬 수 있을
 것으로 보여졌으나, 기타 농업형질인 초장, 엽장,
 엽폭, 개화일수 및 수량과 내용성분인 total
 nitrogen, protein nitrogen, total vol-
 atile base간과는 유의한 부의 상관을 보임으
 로서, 이들 형질들은 담배의 품질을 저하시킬 것
 으로 평가되었는데, 특히 수량과는 타 형질보다 더
 높은 부의 상관을 보임으로서 담배의 다수성 계통은
 품질의 저하를 가져올 수 있는 결정적인 요인으로
 나타나고 있었다.

고 찰

각 형질의 유전력: 작물에 있어서 어떤 육종계
 력의 수립아래 해당집단이 작성되었을 경우, 합
 리적인 선발을 위해서는 각 형질들의 유전자 작용
 에 의한 각종 parameter 등을 추정하여 선발

시기와 방법등을 결정하는 것은 합리적인 선발효율을 얻는데 가장 기초적인 동시에 중요한 문제로 인식되고 있다. 어떤 작물의 형질발현에 있어서는 유전자형과 표현형과의 관계를 고려하지 않을 수 없는데 유전자의 형질발현능력은 다소의 차이는 있더라도 대개 유전자와 그의 영향을 받은 외부의 환경조건에 따라 다르게 작용되어 표현형으로 나타난다 하겠다. 따라서 선발대상이 될 수 있는 어떤 형질에서 표현형의 발현에 관계되는 주요인은 유전자와 환경과의 상호작용에 의한 효과, 유전자형의 효과 그리고 환경의 효과 등으로 그변이가 생기므로 선발문제를 고려할 때에는 어떤 형질을 지배하는 유전자가 어느 정도의 형질 발현을 할 수 있을까? 또는 그와 관련된 타 형질과의 관계는 어떠한가를 추정할 수 있는 것은 선발육종의 실제 이전에 필수적으로 선행되어야 할 과제라고 말할 수 있고, 또한 이러한 parameter 등을 육종상 이용하고자 할 때는 정확한 시험에서 얻어진 자료에서 분석된 내용들이 신뢰도가 높아야 하고, 또한 신뢰범위내에서 이용하는 것이 효율적인 육종성과를 얻을 수 있을 것으로 보여진다.

유전력을 실제 육종에 이용함에 있어서는 그 추정치가 그 세대나 재배조건에 따라 다소 다를 수가 있어도 각 형질들의 이러한 조건에 대한 변동을 알고 어떤 형질이 높은 유전력을 가졌나를 안다는 것은 선발의 기초적인 면에서 매우 의의가 깊다 하겠다.

본 시험결과, 유전력은 재배법이나 세대에 따라서 다소의 변동은 있었으나, 큰 차이는 없었는데 대개 담배의 영양생장과 생식생장의 기점이 되는 개화일수와 주내용성분이 nicotine 그리고 생엽수량에 있어서는 타 형질의 유전력보다 매우 높았는데, 이러한 것은 작물의 유전적 특성에 의한 그 형질 고유의 유전적 발현이라고 할 수 있으며, 엽형질의 하나인 엽폭과 질소화합물인 total nitrogen, protein nitrogen에서 다소 낮은 유전력을 보인 것은 질소화합물 자체가 환경에 의한 영향, 즉 시비량, 재식거리 또한 기타 기상요인들에 대한 영향이 크게 작용하여 형질의 발현에

관여하는 것으로 생각된다. 세대에 따라 평균 유전력을 산출해 본 결과, total nitrogen, pet. ether extract를 제외한 전 형질에서 F₁세대보다는 F₂세대가 높아 세대의 진전에 따라 유전력은 증가되었다고 볼 수 있으며 재배방법별로 볼 때에는 큰 차이는 없었으나 F₁세대의 경우, Orient종 재배법에서 많은 형질들이 Burley종 재배법보다 높은 유전력을 보였으며, F₂세대에서의 농업형질은 대개 Orient종 재배법에서, 내용성분은 Burley종 재배법에서 다소 높았던 결과로 평가되었는데 이러한 내용성분들의 유전력 변화에 있어서는 Orient종 재배법, Burley종 재배법 등의 담배재배 방법에 따라 큰 영향을 받는다고 할 수 있겠다.

본 시험의 결과 각 형질별로 나타난 유전력은 다른 연구자들의 보고와 대개 일치되는 경향을 보였다. 趙와 張⁴⁾, 白²²⁾, Matzinger¹⁶⁾, 趙⁹⁾, 韓⁷⁾ 등은 개화일수와 수량의 유전력은 타 형질보다 높게 추정되었는데, 특히 수량형질에서의 유전력이 엽수나 엽장 그리고 엽폭등의 엽형질보다 높은 유전력을 보였다고 보고하여 본 시험의 결과를 뒷받침하였다. 담배에서 수량의 유전력이 높았던 결과에 대해서는 종실수량을 목적으로 하는 타 작물과 다소 상이한 개념을 보인다. 즉, 타 작물의 경우, 종실수량은 여러 형질이 복합적으로 작용하고 또한 여러 환경요인이 지배하는 경우에 있어서는 수량의 유전력이 낮게 평가되어지나, 담배의 수량은 영양생식기의 엽을 이용하는 형질로써 엽의 총생산량을 수량으로 하는 척도이고 또한 어떤 면에서는 엽형질의 복합적인 한 형질로서 평가될 수 있기 때문인 것으로 보여진다. 따라서 생식생장기 이후의 여러 환경조건에 대한 경우 유전력은 낮아질 수 있으나, 엽을 수량 구성요소로 하는 생식생장기 이전의 한 형질로 취급되기 때문에 유전력은 다소 높았던 것으로 생각되며, 이러한 수량형질에 대한 유전력은 감종 초기세대에서 선발효율도 높아질 것으로 보여진다.

엽형질인 엽수, 엽장 및 엽폭의 형질에서는 형질중에서 증가의 유전력을 보였는데, 趙⁴⁾, Mat-

zinger¹⁶⁾, 曹³⁾, 金과 李¹¹⁾, Legg and Collins¹³⁾, 李¹²⁾, 岡²⁰⁾, 岡等²¹⁾은 개화일수나 타 형질에 비하여 다소 낮았으나 초장이나 기타 형질보다는 높은 중간정도를 보였다고 하였고, 金과 黃¹⁰⁾, 津崎와 伊澤³²⁾, Schnell et al.²⁹⁾, 등은 개화일수나 수량보다 높았다고 하였으나, 白²²⁾, Matzinger et al.¹⁷⁾, Pandeya et al.²³⁾ 등은 형질중 낮은 유전력을 보였다고 하였는데, 이러한 여러 연구자들의 결과를 종합해 볼 때, 담배의 엽형질은 환경의 영향은 다소 받으나 유전력은 중정도일 것으로 추정되며 엽형질중에서 엽폭의 유전력이.엽수나 엽장에 비하여 낮은 것으로 나타났다. 초장의 경우, 본 시험의 결과는 83.69 ~ 93.88% 범위의 유전력을 보였는데 개화일수나 수량, 그리고 nicotine 보다는 낮았으나, 엽형질 보다는 다소 높았던 것은 타 연구자들의 결과와 동일하였다.^{4, 9, 17, 21, 22, 29)}

Nicotine은 세대나 재배법에 관계없이 내용성분중 91.44 ~ 96.17%의 가장 높은 유전력을 나타내었는데, 이러한 nicotine은 담배의 품종간 차이에서 유전적으로 특징이 있는 형질이라 할 수 있고, 또한 내용성분중 Alkaloid로써 가장 중요시되는 성분이라고 할 수 있겠다. 각 연구자들의 타 내용성분에 대한 유전력은 찾아 볼 수 없으나, nicotine에 대해서는 높은 유전력을 보고하였다. 즉 金과 黃¹⁰⁾은 향kick미종 잎담배에서 nicotine의 유전력은 97%로 높았다고 하였고, 趙와 張⁴⁾은 향kick미종 약배양에서 얻은 반수체 배가계통에서 타 엽형질의 유전력보다 높은 79.68%로 추정하였으며, 曹³⁾는 황색종에서 96%로 추정하여 본 시험의 결과중 개화일수나 수량 그리고 nicotine 등과 같이 유전력이 높은 형질들은 일반적으로 낮은 형질에 비하여 환경의 영향이 비교적 작았다고 할 수 있는데, 이러한 유전력은 년차나 지역 또는 추정방법에 따라서 다소 달라질 수 있고 또한 공시품종이나 세대에 따라서도 달라질 수 있다.^{1, 2, 28, 30)} 이것은 유전자의 형질발현이 각 환경에 따라 또한 환경과의 상호작용에 의한 결과라고 생각되는데, 이러한 유전자의 형질발현에 대

해서는 적절한 환경조건하에서의 시험설계가 필요하다 고 하겠다. 즉 유전자는 적당한 환경조건이 아니면 한 형질을 발현하게 할 수 없으며, 반대로 어떤 환경을 마련해 주더라도 필요되는 유전자가 없이는 그 형질을 발현하지 못하기 때문이다. 그러므로 형질의 발현을 결정하는데 유전과 환경과의 상대적인 중요성을 양적으로 기술하는 것은 매우 유리한데 환경효과가 전분산에 추가된다면, 유전요소에 의한 작용은 감소되어지고 또한 유전력도 감소된 것으로 보여진다. 따라서 이러한 상태에서는 각 유전자형의 정확한 구분이나 측정은 더욱 어려워지고 유전자형의 구분오차가 발생함으로 육종과정에서는 신중히 검토해 볼 필요성이 강구되어야 할 것으로 보여지며, 어떤 연구과정에서 1회 시험에서 얻은 결과보다는 다각적인 면에서의 장소와 년차 그리고 유전자와 환경과의 상호작용도 고려해 가면서 실제 선발에 이용하는 것이 타당할 것으로 생각된다.

형질상호간의 유전상관: 2개의 형질을 동시에 육종목표로 했을 때, 양 형질간에 높은 정의 상관이 성립된다면 한 형질의 선발은 그와 관련된 타 형질의 선발도 용이하거나, 무의 상관이 있으면 목표달성이 곤란할 경우가 생길 수 있는데 이러한 상관은 한 형질의 표현형을 표식으로 하여 타 형질의 관계여부를 조기에 추정할 수 있는 척도가 된다. 즉, 두 형질이 한 쌍의 유전자하에서 지배를 받는 것인지 또는 형질발현에 있어 같은 기초적인 생리적 현상에 의한 것인지의 정보를 얻을 수 있는데 만약 상관의 정도가 높다면 유전자의 다면작용이 중요하나 낮으면 두 형질의 유전이 독립적으로 유전하던지, 또는 다른 유전자의 조절을 받는다고 말할 수 있다. 이러한 형질간의 상관유무를 파악한다는 것은 한 형질의 개선은 동시에 다른 형질의 개선도 가능하게 할 수 있는데, 정의 상관이면 한 형질의 선발은 자동적으로 직접 선발에 의해 개선되어질 수 없는 타 형질의 개선도 이루어질 수가 있으며, 내용성분과 농업형질간의 상관을 알 수 있다는 것은 성분분석전에 포장상태에서 사전에 성분의 정도를 알 수 있는 한 방법이

된다 하겠다. 본 시험의 결과 나타난 3개의 엽형질들은 형질 상호간에 유의한 상관관계가 있었는데, 엽장과 엽폭간은 높은 정의 상관관을 보여 엽의 크기는 엽장과 폭에 의하여 증가되는 경향을 보였으나 엽수와 엽폭간은 부로, 또한 엽수와 엽장과의 상관은 유의하지 못하므로 담배의 엽수는 주로 세엽에서 증가될 것으로 보였다. 이에 대해 Povilaitis^{24,25)}, 許와 李⁸⁾, 高橋³¹⁾ 등은 담배의 엽장과 엽폭은 고도의 정의 상관관을 보였다고 하여 비슷한 결과를 보였으나, Povilaitis²⁴⁾는 초장의 윗부분에서는 오히려 부의 상관성이 있었다고 하였고, 許와 李⁸⁾는 음건종과 양건종의 경우, 음건종에서의 엽폭은 초장, 엽수, 엽폭과 정의 상관관을 보였으나, 양건종에서는 그 정도가 유의하지 못했다고 하였다. 한편 高橋³¹⁾은 엽장과 엽폭은 초장의 신장을 증대시키거나 엽수는 개화일수를 지연시키며 엽장은 엽폭을 증가시켰다고 하였는데, 이러한 엽형질들은 내용성분중 담백태질소와 부의 상관관을 보여 엽형질의 증가는 담백태질소의 감소를 초래한다고 하였다. 초장은 주로 엽형질과 정의 상관관으로서 초장이 큰 품종에 다엽 및 대엽이 달릴 수 있는 정보를 제공했는데, 高橋³¹⁾, 松田과 菊池¹⁵⁾, Rood and Major²⁷⁾, Povilaitis²⁴⁾ 등도 같은 결과를 보고한 바 있다. 개화일수와 엽형질 상호간은 Orient종 및 Burley종 재배법에 따라 다소 상이하였으나, Orient종 재배법의 F₁, F₂ 양세대에서는 개화일수와 엽형질간과는 정의 상관관으로서 津崎와 伊澤³²⁾의 결과와 같았고, Burley종 재배법에서는 상관의 정도가 유의하지 못했던 반면, 개화일수와 엽장, 엽폭과는 높은 정의 상관관을 보여 엽의 크기와 개화일수에는 유전발현에 있어 상호정교로 작용함을 나타내었다. 내용성분 상호간의 상관관계는 total nitrogen은 protein nitrogen, total volatile base간과, protein nitrogen도 세대에 따라서 다소 차이는 있으나 total volatile base간과 정의 상관관을 보임으로서 이들 3형질중 한 형질의

증가는 타 내용성분의 증가를 가져오는 것으로 보여졌다.

수량은 많은 형질들과 상호관련이 있었다. 즉, 세대에 따라 그 정도는 상이하였으나 농업형질중에는 초장, 엽장, 엽폭 및 개화일수와 내용성분중에는 total nitrogen, protein nitrogen 및 total volatile base 등과 유의한 정의 상관관을 보임으로서 이들 형질들이 담배의 수량을 증가시킬 수 있는 형질들로 되었고, 또한 다수성 계통에서는 nicotine을 제외한 전질소화합물의 성분이 많이 함유되었을 것으로 보여지는데, nicotine과는 부의 경향을 보임으로서 高nicotine 함량은 담배의 수량을 저하시키는 것으로 보여졌다. 수량과 엽수와의 관계에서, Burley종 재배법의 F₁ 세대에 있어서는 정의 상관관으로, Orient종 재배법의 F₂ 세대에서는 부의 상관관으로 그 일정한 경향이 없었는데 이러한 것은 공시품종이나 재배법에 따라 엽수가 수량에 미치는 영향은 일정하지 못하였던 것으로 평가되었으며, 수량과 타 양적형질간의 상관에 대해 많은 연구자들의 연구 결과는 본 시험의 결과와 동일한 경향을 나타내었다. 趙⁴⁾, 生沼¹⁸⁾, 生沼와 吉田¹⁹⁾, Legg and Collins¹³⁾, Legg et al.¹⁴⁾, 李¹²⁾, 金과 李¹¹⁾, Pandeya et al.²³⁾, 韓⁷⁾, 趙⁹⁾, 白²²⁾, 曹³⁾, 趙等⁵⁾는 담배의 수량은 엽형질과 초장, 그리고 개화일수 등과 정의 상관관으로서 이들 형질들이 수량에 미치는 영향은 매우 크다 하여 본 시험의 결과와 같은 경향을 보였으나 nicotine과 수량과의 상관에 대해서는 다소 달랐다. 즉 趙等⁵⁾은 수량과 nicotine은 상호 부의 상관이었다고 보고하여 본 시험의 결과와 동일한 경향을 보였으나 曹³⁾는 정의 상관이었다 하여 다소 상이한 결과를 보였는데, 이러한 결과는 재료로 선택된 엽부위의 공시재료에 따른 차이일 것으로 생각된다. 이러한 수량에 대한 각 형질들의 상관관계를 볼 때 엽장, 엽폭, 엽수, 그리고 초장 및 개화일수가 수량에 미치는 영향은 현저한 것으로 나타나^{5,7,9,11,13,14,18,22)}, 엽수와 수량간

에는 무관하다는 보고도 있었는데^{3,4,12,23}, 이러한 엽수와 수량과의 관계검토는 공시품종과 세대 그리고 재배환경조건등을 신중히 고려하여야 할 것으로 생각된다. 따라서 이러한 결과를 종합해 볼 때, 수량은 초장, 엽장, 엽폭 및 개화일수등과 정 의 상관관계를 보이므로 앞으로의 수량에 대한 선발 문제를 고려하고자 할 때에는 중요한 형질로서 평가되어진다. 한편 담배의 품질과 타 형질과의 상관관계는 세대나 재배법에 따라 다소 차이는 있었으나 대개 엽수, nicotine 등과 정 의 상관관계를 보여 nicotine 함량이 품질에 관여하는 정도는 클 것으로 보였는데, nicotine 함량의 다소에 따라 품질도 좌우될 것이라는 결과를 토대로 타 양 적형질과의 관계도 고려해 봐야 할 것으로 생각된다. 그러나 초장, 엽장, 엽폭, 개화일수, total nitrogen, protein nitrogen 및 수량등은 품질과 부의 상관관계를 보였는데 이들 형질중에서도 엽장, 개화일수 및 total volatile base들과 부의 상관정도가 세대나 재배법에 관계없이 높아 이들 형질들은 담배의 품질을 저하시킬 것으로 보였다. 특히 품질과 수량과는 고도의 유의한 부의 상관관계를 보임으로서 양질다수성의 품종육성은 매우 어려운 것으로 추정되는데, 이러한 육종목표를 달성하기 위해서는 수량과 품질의 최대적정 기준치가 될 수 있는 범위까지 육종계획을 세우고 이러한 기준에 준해서 수량과 품질을 해결하는 것이 효율적일 것으로 믿어진다. 일반적으로 이러한 두 형질간의 상관관계는 유전적인 요인이나 환경요인에 의하여 상관의 유무가 존재한다고 할 수가 있다. 즉 유전상관은 유전자의 다면발현이나 연관 그리고 이형접합성등 3개의 다른 요인에 의하여 유발된다고 볼 수 있는데, 이들중 주요한 원인은 하나의 형질 이외에도 타형질에도 그 영향을 미칠 수 있는 유전자의 다면발현효과 (Pleiotropic effects)로 추정될 수 있고, 또한 연관은 transitory effects 로써 미세한 요인으로 평가될 수 있으며, 하나의 형질을 조절하는 유전자의 heterozygosity는 일반적으로 vigour를 유발

시키므로서 타 형질의 표현에 그 영향을 미칠 수 있다 하겠다. 따라서 이러한 유전상관은 양 형질 간에 유발되는 작용이 동일 유전자에 의하여 표현되는 유전자내의 문제로 볼 수 있으나, 선발육종에서의 상관관계는 표현형에 의하므로 환경상관의 값을 고려해 가면서 유전자에 의한 상관의 정도를 정확히 측정하는 것이 양 형질 상호간에 작용하는 유전상관을 정확하게 파악하는 것으로 보여진다.

결 론

담배 신품종육성의 중요성에 비추어 유용한 농업형질과 내용성분들의 유전현상을 잡종초기세대에 추정하여 앞으로 선발육종에 대한 기초정보를 얻고자 유전력 및 유전상관등을 산출하였다.

시험방법은 특성이 각각 다른 8개 품종을 이면 교잡하여 Orient 및 Burley종 재배법에 따라 F₁, F₂ 세대들을 공시하여 초장, 엽수, 엽폭, 엽장, 개화일수 및 수량과 5개의 내용성분 즉, nicotine, total nitrogen, protein nitrogen, total volatile base 및 pet. ether extract에 대하여 조사, 측정된 바 얻어진 결과는 다음과 같다.

1. 형질별 유전력은 개화일수, 수량, nicotine 등은 세대나 재배법에 관계없이 90% 이상으로 높았으나, 엽수, 엽장, 그리고 내용성분중 total nitrogen, protein nitrogen 및 pet. ether extract는 낮았으며, 기타 형질들은 이들의 중간이었다.

2. 형질간 상관관계에서 초장은 엽폭간과 정으로, 엽수와 엽폭간은 부의 상관관계를 각각 나타내었고, 개화일수는 초장, 엽폭간과 유의한 정 의 상관관계를 보여 엽수보다는 장간 광엽이 개화기를 지연시키는 것으로 나타났다.

3. 수량은 농업형질중 초장, 엽장, 엽폭 및 개화일수와 또한 내용성분중에는 total nitrogen, protein nitrogen 및 total volatile base

와 각각의 상관이 높아 이들 형질의 증가가 수량을 증가시킬 것으로 나타났다.

4. 품질과 각 형질과의 상관을 본바 엽수, nicotine 간과는 정으로, 초장, 엽장, 엽폭, 개화일수 및 수량, 내용성분중 total nitrogen, protein nitrogen 및 total volatile base간과는 부의 상관을 나타내었다.

참 고 문 헌

1. 明峰英夫. 1958a. 自殖性植物における雜種の育種方式と遺傳力植物の集團育種法研究. 養賢堂(東京): 9-26.
2. _____, 菊池文雜. 1958 b. 日本稻雜種集團の遺傳子構成におよぼす環境の影響. 植物の集團育種法研究. 養賢堂(東京): 89-105.
3. 曹洙憲. 1986. 黄色種 煙草(*N. tabacum* L.)의 主要形質과 葉位別 葉形質에 對한 遺傳分析. 博士學位論文, 慶北大學院.
4. 趙明助, 張權烈. 1984. 담배 香喫味種 F_1 葯培養에서 얻은 半數體倍加系統의 遺傳分析. 韓育誌. 16(1): 21-27.
5. _____, 李承哲, 琴完洙, 李廷德. 1982. 葯培養에 依한 香喫味種半數體倍加系統의 特性. 韓煙誌. 4(2): 31-36.
6. Grafius, J.E., W.L. Nelson and V. A. Dirks. 1952. The heritability of yield in barley as measured by early generation bulked progenies. *Agronomy J.* 44: 253-257.
7. 韓喆洙. 1984. 담배 量的形質의 遺傳分析에 關한 研究. 博士學位論文, 圓光大大學院.
8. 許溢, 李駁弘. 1969. 잎담배 收量에 關與하는 몇가지 重要形質의 相關關係. 韓作誌. 5: 65-68.
9. 趙天俊. 1986. 버어리種 담배(*N. tabacum* L.)의 主要形質에 對한 遺傳分析. 博士學位
10. 金俊哲, 黃周光. 1981. 香喫味種 잎담배 遺傳에 關한 研究. 韓煙誌. 3: 49-57.
11. 金垠春, 李承哲. 1981. 香草×LA Burley 21(*N. tabacum* L.)의 F_2 世代에 있어서 遺傳力 및 相關. 慶北大 論文集. 31: 445-450.
12. 李廷德. 1985. 煙草(*N. tabacum* L.)의 韓國在來種과 Orient種에 對한 量的形質의 遺傳分析. 博士學位論文. 慶尙大大學院.
13. Legg, P.D. and G.B. Collins. 1971. Genetic parameters in Burley population of *Nicotiana tabacum* L. I. Ky 10 × Burley 21. *Crop Sci.* 11: 365-367.
14. _____, D.F. Matzinger and T.J. Mann. 1965. Genetic variation and covariation in a *Nicotiana tabacum* L. synthetic two generations after synthesis. *Crop Sci.* 5: 30-3.
15. 松田俊夫, 菊池祥夫. 1972. 葉たぼこの特性に 關する 育種學的研究. 第1報. 物性の品種間差異と形質間相關. 宇都宮試報. 11: 73-80.
16. Matzinger, D.F. 1968. Genetic variability in flue-cured varieties of *Nicotiana tabacum* L. III. SC 58 × Dixie Bright 244. *Crop Sci.* 8: 732-735.
17. _____, E.A. Wernsman and C.C. Cokerham. 1972. Recurrent family selection and correlated response in *Nicotiana tabacum* L. I. Dixie Bright 244 × Coker 139. *Crop Sci.* 12: 40-43.
18. 生沼忠夫. 1970. タバコの 收量構成形質の 經路分析. 盛岡試報. 5: 1-6.
19. _____, 吉田徹. 1969. バーレー種タバコにおける 量的形質의 品種間差異と形質間相關. 盛岡試報. 4: 1-7.

20. 岡克. 1959. III. 黄色種タバコ品種における量的形質の二面交雜による遺傳力と栽植密度してよる遺傳構成要素の變異. 岡山試報. 17: 94-102.
21. _____, 時津忠臣, 材岡洋三. 1959. II. タバコ品種間交配における2, 3形質の遺傳と選抜の效果. 岡山試報. 17: 87-93.
22. 白奇鉉. 1988. 黄色種담배 (*N. tabacum* L.)의 量的形質에 對한 遺傳分析. 博士學位論文, 忠北大大學院.
23. Pandeya, R.S., V.A. Dirks and G. Poushinsky. 1983. Quantitative genetic studies in flue-cured tobacco (*Nicotiana tabacum*). 1. Agronomic characters. Can. J. Genet. Cytol. 25: 336-345.
24. Povilaitis, B. 1965. Genotypic correlations among certain quantitative characters in tobacco. Can. J. Genet. Cytol. 7: 523-529.
25. _____. 1967. Inheritance of leaf width and length in tobacco. Tob. Sci. 11: 1-4.
26. Robinson, H.F., R.E. Comstock and P.H. Harvey. 1951. Genotypic and phenotypic correlations in corn and their implications in selection. Agro. J. 43 (6): 282-287.
27. Rood, S.B. and D.J. Major. 1981. Diallel analysis of leaf number, leaf development of rye, and ant height of early maturing maize. Crop Sci. 21: 867-873.
28. 酒井寛一, 1954. 植物育種法に關する理論的研究. 1. 自殖性植物の雜種後代における遺傳力の變化. 育雜誌. 4: 145-148.
29. Schnell, R.J., E.A. Wernsman and L.G. Burk. 1980. Efficiency of single seed descent vs. anther-derived dihaploid breeding methods.
30. 赤藤克己, 根井正利, 福岡壽夫. 1958. 遺傳的 Parameterと環境. 植物の集團育種法研究. 77-88. 養賢堂(東京)
31. 高橋義裕. 1971. バーレー種タバコの雄性不稔 F₁ 雜種の栽培特性. 盛岡試報. 6: 1-10.
32. 津崎和夫, 伊澤英隆. 1968. タバコの品種間交雜における主要形質の遺傳. 宇都宮試報. 6: 27-33.