

황색종 연초의 결순 발생에 대한 조합능력과 Heterosis 정도

정 석 훈*

한국인삼연초연구원 수원시험장
(2000년 5월 19일 접수)

Combining Ability and Degree of Heterosis in Sucker Producing Characteristics of Flue-cured Tobacco(*Nicotiana tabacum* L.)

Suk Hun Jung

Suwon Experiment Station, Korea Ginseng & Tobacco Research Institute

(Received May 19, 2000)

ABSTRACT : Seven flue-cured tobacco(*Nicotiana tabacum*) varieties and their 21 progenies in F₁ and F₂ generation, half diallel crosses(no reciprocal), were tested for the degree of heterosis and combining abilities in sucker producing character according to topping and suckering treatment. Significant difference in number and weight of sucker was observed among seven cultivars. The values of general combining ability(GCA) were greater than those of specific combining ability(SCA) in weight and number of sucker in F₁ generation. In topping and suckering plot, Cocker 86, McNair 944, and Va 115 revealed the significant negative GCA effects for number and weight of sucker, but By 104 and Speight G-28 did positive GCA. Without topping and suckering, GCA effects for sucker weight in Cocker 139 and Cocker 86 were negative and those for sucker number in Va. 115 were also negative. Negative SCA values in sucker weight could be observed in F₁ generation of Cocker 86 × BY 104 and Speight G-28 × Cocker 86, in F₂ of Hicks × Speight G-28 and McNair 944 × BY 104 in topping and suckering plot. SCA in F₁ of McNair 944 × Cocker 86 and Speight G-28 × Cocker 139 was negative without topping and suckering. The value of heterosis in sucker producing character of F₁ hybrids was positive

Key words : *Nicotiana tabacum*, Sucker, heterosis, GCA, SCA

연초의 결순발생은 재배방법이나 기상조건 등의 변화에 따라 발생량에 차이가 있으며 조기 절충말 청 이식은 조기발육율이 높고 저온과 한발에 의한

스트레스로 결순 발생량이 증가한다. 결순의 발생량은 polygene에 지배되는 양적 형질로, 결순의 발생량에는 품종간 차이가 있다고 하였다.(Matuda &

* 연락처자 : 440-600, 경기도 수원시 수원우체국사서함 59, 한국인삼연초연구원 수원시험장

* Corresponding author : *Korea Ginseng & Tobacco Research Institute, Suwon Experiment Station, Suwon P.O.Box 59, Kyunggi-Do 440-600, Korea.*

Sato, 1981, 1982a, 1982b) 그외에도 결순에 관한 연구는 황색종(Gwyn, 1979, 1984), 버어리종(Gorman et al, 1989a, 1989b), Maryland종 (Aycok & Mckee 1975), T.I. lines(Gwynn, 1979, 1984) 및 엽권종(정 등, 1983)에서 결순발생수에 품종간, 지역간 차이를 인정하였고 환경에 크게 영향 받는다고 하였다.

황색종의 결순형질은 유전분산중 상가적 유전분산이 크게 작용하며 비상가적 유전분산이 적은 비율로 차지하기 때문에 결순발생에 관해 고정계통의 선발이 유리할 것이라고 하였다.(Matsuda & Sato, 1982) 버어리종의 일반 및 특정조합능력에서 유의성을 인정하였으며(Gorman, 1989) 잎담배에 있어 양적형질의 조합능력과 잠정강세에 대한 많은 연구가 이루어졌다. (Matzinger, Wernsman and Ross 1971 ; Matzinger, Mann and cockerham 1962 ; Marani and Sachs 1966 ; Murty 1965)

본 연구는 품종간 교잡에서 잡종의 결순생산성과 조합능력 그리고 잠정강세 정도를 추정하여 육종의 기초자료로 활용하고자 수행하였다.

재료 및 방법

시험재료는 황색종 연초에서 개화기가 늦고 만생이며 세균성마름병 저항성인 Coker 86(CK 86), Coker139(CK 139), Bright yellow 104(BY 104), 세균성마름병에 저항성이며 다수성인 Speight G-28, 개화기가 빠르고 양질품종인 McNair 944, Hick (HS), 그리고 비교적 결순발생이 적다고 알려진 Virginia 115(Va. 115) 등 7개 품종을 half diallel로 교배하여 F₁을 재종하여 자식시켜 F₂ 세대를 육성하였다. 모본효과는 인정되지 않는 것으로 알려져 있으므로 (Matzinger et al. 1966, 1971 ; 岡克. 1959) 정역교잡은 실시하지 않았다.

파종은 양친과 F₁ 및 F₂세대를 3월 5일, 이식은 5월 8일 하였으며 포장배치는 난괴법 2반복으로 휴간 120cm, 주간 36cm로하여 구당 20주씩 이식하였고 시비량은 연초용복합비료(10-15-20)을 10a당 100kg씩 그리고 퇴비는 10a당 1,350kg을 전량 기비로 시용하였다.

결순의 발생량의 조사는 길이가 10cm이상이며

3회 실시하여 각 회수마다 무게와 수를 각각 합산하였다. 순지르기는 개화기에 실시하였다. 방입(무적심-무적아)구는 개화후 방치한 상태에서 관행구의 수확이 완료되었을 때 결순의 수와 무게를 조사하여 총량을 분석하였다. 조합능력검정은 Griffing Method 2(1956)를 이용하였고, Sprague and Tatum 의(1942)방법에 따라 유의성검정 및 효과를 산출하였다. Heterosis 정도는 Murty 등 (1956)의 방법에 따라 F₁과 Mid-parents(M.P)에서 $F_1 - M.P \times 100$ 의 식으로 하였다.

M.P

결과 및 고찰

시험에 사용한 교배친의 수량, 개화일수 및 결순의 발생량과 발생수는 표 1과 같으며 결순의 발생수(개/주)와 발생량(g/주)은 순지르기한 처리와 방입(무적심-무적아)구로 조사하였다.

결순의 발생량과 수는 방입구와 순지르기구에서 품종간 차이가 인정되었고, 방입구에서는 Coker 139, Coker 86, Va. 115 순으로 적었으며 순지르기구에서는 Va. 115, Coker 86, Coker 139 순으로 나타나 이는 Gwynn(1978)의 보고와 비슷한 경향이 었다.

잎담배 생산에서 순지르기는 필수적으로 수행되지만 방입(무적심-무적아)구에서 품종자체의 결순생산력의 정도를 확인하였으며 한편 연초의 결순은 일시에 발생하는 것이 아니라 순지르기를 하면 정아우세현상(apical dominance)이 사라지고 세력균형과 성장조절제의 분비로 결순이 왕성하게 발생하는 것으로 보인다.

1. 일반조합능력과 특정조합능력

조합능력의 유의성검정은 표2와 같으며 일반조합능력(GCA)는 한계통이 여러교배조합에서 나타난 평균적 효과로 상가적 작용을 나타내며 특정조합능력(SCA)는 어떤조합이 사용된 양친의 평균효과에서 추정한 결과보다 좋거나 나쁠때를 말하여 비상가적 유전자의 작용으로 본다.

순지르기구의 F₁에서는 액아발생량과 발생수의 GCA는 유의성이 인정되고 SCA는 인정되지 않았

황색종 연초의 결순 발생에 대한 조합능력과 Heterosis 정도

Table 1. Mean performance of the seven parental Varieties for sucker characters

Parents	Days to flower	Yield (g/plant)	Topping and suckering		No topping and no suckering	
			weight of sucker per plant (g)	Number of sucker per plant	weight of sucker per plant (g)	Number of sucker per plant
Hicks	55 a*	74.0 ab	135 a	16.5 b	371 ab	8.5 ab
Virginia 115	57 a	78.3 b	113 a	13.5 ab	201 a	4.0 a
Mc Nair 944	58 ab	81.5 c	177 a	15.0 ab	298 a	7.0 a
Speight G-28	60 b	85.3 cd	210 ab	14.0 ab	290 a	7.0 a
Coker 86	66 d	88.5 d	155 a	8.4 a	167 a	5.0 a
BY 104	64 c	89.7 d	309 b	17.5 b	354 ab	8.0 ab
Coker 139	61 b	65.3 a	156 a	13.2 ab	161 a	4.5 a
Mean	60.0	80.3	179	14.0	263	6.2

* The same letter in the same column is not significantly different at 0.05 level as determine by Duncan's multiple range test.

으며 F₂에서는 GCA도 결순발생수에서만 유의성이 인정되었다.

방입구의 F₁에는 결순의 발생량과 발생수에서 GCA 및 SCA가 유의성이 인정되지 않았다.

한편 분산량에 있어 일반조합능력이 특정조합능

력보다 큰데 이는 시험품종간의 차이가 뚜렷하기 때문인 것으로 생각된다.

품종의 GCA효과는 표 3과 같으며 순지르기시 결순발생량의 GCA효과는 F₁에서 주당 192.57g, F₂ 세대에서는 211.96g인데 결순발생량의 효과는 Va.

Table 2. Estimate of variance of general and specific combining ability for F₁ and F₂ generation of half diallel crosses

Genera -tion	Compo -nent	df	Topping and suckering		No topping and no suckering	
			Weight of sucker per plant	Number of sucker per plant	Weight of sucker per plant	Number of sucker per plant
F ₁	GCA	6	7,547.9*	9.51*	10,263.8	3.46
	SCA	21	2,035.7	4.67	2,648.5	1.36
	Error	27	3,714.2	4.52	5,777.9	2.91
F ₂	GCA	6	3,463.2	8.42*		
	SCA	21	4,115.2	3.13		
	Error	27	2,885.5	3.34		

* : Significant at the 0.05 probability levels.

GCA : General Combining Ability. SCA : Specific Combining Ability.

115, Mc Nair 944, coker 86에서 발생수는 Coker 86 에서 감소하는 효과가 크다. 방입구에서 결순 발생량의 평균효과는 266.62g에 비해 Coker 139, Coker 86 결순발생수에서는 Va. 115에서 감소효과가 컸다.

교배모본의 선정에서 GCA가 중요시되는데 GCA

분산이 SCA 분산보다 큰 것으로 보아 상가적 유전자작용이 비상가적 작용보다 큰 것으로 보인다.

조합별 특정조합능력(SCA)효과는 표 4와 같다. 순지르기구에서 결순발생량은 F₁세대의 특정조합능력 효과는 유의성은 인정되지 않으나 Coker 86 x BY 104, Speight G-28 x Coker 86 조합에서 부

Table 3. Estimate of general combining ability effects for sucker characters of seven flue-cured tobacco varieties in F₁ and F₂

Effect	Generation	Topping and suckering		No topping and no suckering	
		Weight of sucker per plant	Number of sucker per plant	Weight of sucker per plant	Number of sucker per plant
Mean effect	F ₁	192.57	15.01	266.62	4.46
	F ₂	211.96	14.14		
Hicks	F ₁	8.76	-0.12	48.77*	0.30
	F ₂	-2.07	0.48		
Va.115	F ₁	-25.84*	-0.40	-20.16	-0.91*
	F ₂	15.86	0.65		
McNair 944	F ₁	-24.06*	-0.51	24.00	0.42
	F ₂	-28.07*	0.37		
Speight G-28	F ₁	29.10*	0.48	-25.83	0.87*
	F ₂	-12.13	-0.57		
CK 86	F ₁	-24.50*	-1.62*	-27.66*	-0.35
	F ₂	3.69	-1.90*		
BY 104	F ₁	46.49*	1.65*	32.61*	0.92*
	F ₂	31.92*	0.92*		
CK 139	F ₁	-9.95	0.53	-32.72*	-0.46
	F ₂	-9.19	0.39		
SE	F ₁	11.51	0.40	14.36	0.32
	F ₂	10.51	0.34		

SE : Standard error of the population mean

* : Variance larger than twice standard error is significant.

황색종 연초의 결순 발생에 대한 조합능력과 Heterosis 정도

Table 4. Estimate of specific combining ability and mean effects for sucker characters on half-diallel crosses of F₁ and F₂ in flue-cured tobacco.

Crosses	Topping and suckering				No topping and no scukering	
	Weight of sucker per plant		Number of sucker per plant		Weight of sucker per plant	Number of sucker per plant
	F ₁	F ₂	F ₁	F ₂	F ₁	F ₁
Mean effects	192.57	211.96	15.01	14.14	266.62	6.46
SCA 1x2	1.00	51.75	-0.48	1.22	13.26	0.63
effects 1x3	-25.27	68.19	-0.87	0.50	74.59	-0.69
1x4	80.55	-55.25	-4.37*	-1.05	-24.06	0.13
1x5	53.16	18.41	1.73	1.27	26.76	-0.91
1x6	47.16	36.19	0.93	-5.05*	-53.51	-1.19
1x7	-6.38	26.30	-0.43	0.33	-51.68	-0.80
2x3	-3.66	-15.75	0.40	-0.66	-24.95	0.52
2x4	65.16*	51.80	3.40*	-0.22	-36.62	-0.63
2x5	39.77	173.47	1.51	0.61	46.20	-0.19
2x6	-16.72	-22.25	-1.26	0.27	2.93	0.02
2x7	-29.77	22.36	-2.15	2.66*	49.76	0.91
3x4	-50.11	9.25	0.51	0.05	-24.79	-1.97
3x5	-4.00	-7.58	-0.87	1.88	-77.95	0.97
3x6	-21.50	-67.80	-1.15	-0.94	14.26	1.69
3x7	40.44	-27.69	-0.04	-1.05	71.09	0.83
4x5	-52.16	-38.52	0.12	0.33	55.37	2.30*
4x6	18.33	-28.25	0.84	1.00	-52.40	-1.47
4x7	19.77	16.36	3.45*	-2.11	-67.56	0.91
5x6	-72.05	-20.08	0.95	-0.16	0.43	-0.02
5x7	12.38	3.02	3.06	-0.27	37.76	-0.63
6x7	-3.06	34.80	1.29	1.88	43.98	1.58
SE	46.54	41.02	1.62	1.39	58.05	1.30

SE : Standard error of the population mean

* : Variance larger than twice standard error is significant.

1. Hicks 2. Va.115 3. McNair 944 4. Speight G-28 5. Coker 86 6. BY 104 7. Coker 139

의 방향으로 감소효과가 크고 F₂ 세대에서는 Hicks x Speight G-28, McNair 944 x BY 104 조합에서 감소효과가 크며 그 외는 차이가 없었다.

결순발생수는 F₁에서 Hicks x Speight G -28, F₂ 세대에서는 Hicks x BY104 조합에서 감소효과가 인정되며 그 외는 차이가 없었다.

방입구에서 F₁ 세대의 결순발생량은 McNair 944 x Coker 86, Speight G-28 x Coker 139 조합에서 감소하는 효과가 있었다. 교배조합의 중요성을 강조하는 것은 조합능력이 형질에 따라 구성되는 조합에 의해 다르게 나타나기 때문이다. 그러므로 많은 조합을 만들어 대상형질을 면밀히 검토하여야 할 것이다.

이상의 결과에서 조합능력을 기초로하여 볼 때 순지르기구에서 결순발생량의 일반조합능력은 Va. 115와 McNair 944 결순발생수는 Coker 86, Va. 115, 품종이 감소하는 쪽으로 효과가 크며, 방입구에서 결순발생량은 Coker 139와 Coker 86, 결순발생수에서는 Va. 115에서 감소하였다.

2 잡종감세

F₁의 평균과 모부본의 평균에서 잡종강세 정도를 비율로 표시하였으며 표 5와 같다. 순지르기구에서 Heterosis 정도는 결순발생량은 9.8%, 수는 8.7%로 증가하는 쪽 즉, 바람직하지 않는 쪽으로 효과가 인정되며, 방입구에서는 량은 1.8%, 수는 1.5%로 잡종강세가 덜 일어나는 것으로 나타났다.

한편 Matuda and Sato, (1982)는 황색종과 재래

종 잡종에서 결순발생량과 발생수는 부의 방향(감소)으로 잡종강세를 인정하였으며 정 등(1983)에 의하면 결순의 발생량과 발생수는 엽권종 Little dutch와 Cuban의 교잡 F₁ 세대에서 결순의 발생수는 결순이 많은 쪽이 우성현상을 보인다고 하였다.

결 론

일담배 생산에 있어 결순제거 및 방제는 많은 노동력과 약제비용이 들며 또한 방제를 위한 과다한 약제 사용은 수량 및 품질에 영향을 끼친다. 황색종 연초의 결순 발생수와 양이 적은 품종을 육성하기 위한 기초자료를 얻기위하여 결순의 발생에 대한 품종간 차이, 조합능력 및 heterosis 정도를 조사하였다.

결순의 발생량과 수는 순지르기구에서 품종간 차이가 있으며 발생량은 Va. 115, Hicks, Coker 86, Coker 139 등의 순으로 적었고 발생수는 Coker 86, Coker 139, Va. 115 순으로 적었다. 방입(무적심-무적아)구에서의 결순 발생량은 Coker 86, Coker 139, 발생수에서는 Va. 115, Coker 139, Coker 86 순으로 적었다.

순지르기구의 결순발생량에 대한 GCA(일반조합능력)효과는 Va. 115, McNair 944, coker 86에서, 발생수는 Coker 86에서 감소효과가 컸으며, 방입구에서 결순발생량의 GCA효과는 Coker 139, Coker 86 발생수에서는 Va. 115가 감소하였다.

순지르기구에서 결순발생량의 SCA(특정조합능

Table 5. Mean performance of parental varieties and F₁ hybrids, and the effects of heterosis for sucker characters

Class	Characters	Mean performance of parents	Mean performance of hybrids	Effect of heterosis(%)
Topping and suckering	Weight of Sucker	179.2	196.9	9.8
	Number of Sucker	14.0	15.3	8.7
No topping and no scukering	Weight of Sucker	263.3	268.2	1.8
	Number of Sucker	6.28	6.38	1.5

력)효과는 유의성은 인정되지 않았으나 F₁에서 Coker 86 x BY 104, Speight G-28 x Coker 86 조합에서 감소효과가 크며, F₂ 세대에서는 Hicks x Speight G-28, McNair 944 x BY 104 조합에서 감소효과가 있었다. 결순발생수는 F₁에서 Hicks x Speight G -28, F₂ 세대에서는 Hicks x BY104 조합에서 감소효과가 있었다. 방입구에서의 SCA효과는 F₁ 세대의 결순발생량은 McNair 944 x Coker 86, Speight G-28 x Coker 139 조합에서 감소하였다.

결순발생의 heterosis정도는 손지르기구에서 결순발생량은 9.8% 발생수는 8.7%로, 방입구에서는 발생량은 1.8% 발생수는 1.5%로 각각 정의 방향으로 나타났다.

참 고 문 헌

- 정석훈, 황주광, 손세호, (1983) 잎담배 액아유전에 관한연구. I. 액아형질의 유전분리와 상관에 관한 연구. *한국연초학회지* 5(1) ; 3-9.
- 岡克(1959) 黄色種タバコ品種に量的形質の二面交雜による遺傳分析. *育種雜*. 9 ; 87-93.
- Aycock, M.K. and C.G. Mekee (1981) Effect of content and systemic sucker control chemicals on Maryland tobacco cultivars. *Tob. Sci.*, 19 ; 104-107.
- Griffing, B. (1956) Concept of general and specific combining ability in relation to diallel cross systems. *Aust. J. Biol. Sci.* 9 ; 463-493.
- Gorman, D.P., M.T. Nielsen, and J.H. Smiley (1989 a) Effect of maleic hydrazide on sucker growth in different burley tobacco cultivars and hybrids. *Tob. Sci.* 33 ; 61-63.
- Gorman, D.P., M.T. Nielsen, and J.H. Smiley (1989 b) Diallel analysis of sucker growth in burley tobacco with and without application of maleic hydrazide. *Tob. Sic.* 33 ; 64-67.
- Gwynn, G.R. (1978) Sucker-producing characteristics of certain flue-cured tobacco varieties. *Tob. Sic.* 23 ; 47-48.
- Gwynn, G.R. (1984) Breeding sources for reduced sucker growth in tobacco (*Nicotiana tabacum* L.). *Tob. Sci.* 28 ; 143-146.
- Hayman, B.T. (1954) The theory and analysis of diallel crosses. *Genetics* 39 ; 789-809.
- Jinks, J. L. (1954). The analysis of continuous variation in a diallel cross of *Nicotiana rustica* varieties. I. The analysis of F₁ data. *Genetics*. 39 ; 767-787.
- Johnson, J. (1919) Inheritance of branching habit in tobacco. *Genetics* 4 ; 307-340.
- Mann J.J. and J.A. Weybrew (1958). Manifestations of hybrid vigor in crosses between — flue-cured varieties of *N. tabacum* and *N. sylvestris*. *Tob. Sci.* 2 ; 120-125.
- Marani, A and Y.S. Sachs (1966) Heterosis and combining ability in a diallel crosses among nine varieties of oriental tobacco. *Crop Sci.* 6 ; 19-22.
- Marshall, H. V. and H. Seltmann (1964). Time of topping and application studies with maleic hydrazide on flue cured. *Tob. Sci.* 8 ; 74-78.
- Matsuda T. and M. Sato (1981) Studies on the breeding of varieties having low sucker productivity in tobacco (*Nicotiana tabacum* L.). 1. Varietal differences in sucker-producing characteristics of tobacco. *Japan. J. Breed.*, 31(4) ; 395-401.
- Matsuda T. and M. Sato (1982 a) Studies on the breeding of varieties hving low scker poductivity in tabacco (*Nicotiana tabacum* L.). 2. A dialell analysis of sucker-producing characteristics of tobacco. *Japan. J. Breed.*, 32(1) ; 45-52.
- Matsuda T. and M. Sato (1982 b) Studies on the breeding of varieties having low sucker productivity in tobacco (*Nicotiana tabacum* L.). 3. Inheritance of sucker productivity in two varietal crosses. *Japan J. Breed.*, 32(4) ; 317-322.

Matzinger, D.F., T.J. Mann and C. C. Cockerham (1962) Dillel crosses in *Nicotiana tabacum*. *Crop Sci.* 2 ; 383-386.

Matzinger, D.F., E.A. Wernsman and H.F. Ross(1971). Diallel crosses among burley varieties of *Nicotiana tabacum* L. in F₁ and F₂ generations. *Crop Sci.*, 11 ; 275-279.

Murty, B.R. (1965). Heterosis and combining ability in relation to genetic divergence in flue-cured tobacco. *Indian J. of Genetics and plant Breeding* 25 ; 46-56.

Sprague, G.F. and L.A. Tatum (1942). General and specific combining ability in single crosses of corn. *J. America Soc. Agronomy* 34 ; 923-932.