

## 황색종 연초에 있어서 변이체의 조합능력 및 Heterosis

정석훈, 이승철\*, 김홍배\*\*

한국인삼연초연구소 경작시험장, 한국인삼연초연구소 대구시험장\* 동국대학교 농과대학\*\*

### Combining Ability and Heterosis for Mutant Character of Quantitative Characters in Flue-Cured Tobacco Varieties(*Nicotiana tabacum* L.)

S.H. Jung, S.C. Lee\* and 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 were conducted to investigate heterosis and combining ability for several mutant characters by analyzing diallel crosses of flue-cured tobacco. In a diallel cross of 3 flue-cured varieties and the mutant line 83H-5, the heterosis was somewhat higher in  $F_1$  than in  $F_2$ . For growth character, the heterosis was 0.28-6.03% in plant height, leaf number, leaf shape index and yield, and was 43.2% for bacterial wilt disease index.

The mutant line 83H-5 showed significantly negative GCA effect for plant height, leaf width and bacterial wilt disease index in  $F_1$  and  $F_2$ , leaf length in  $F_2$ , and positive GCA effect for total alkaloids, total nitrogen in  $F_1$  and days to flower in  $F_2$ , respectively.

Specific combining ability(SCA) in 83H-5 x Hicks was significant in negative effect for leaf length( $F_2$ ), number of leaves( $F_2$ ), leaf shape( $F_1$ ,  $F_2$ ), bacterial wilt( $F_2$ ) and alkaloids( $F_1$ ), and in 83H-5 x NC 2326 in positive effect for leaf length( $F_1$ ,  $F_2$ ) and leaf width( $F_2$ ), and for 83H-5 x NC 82 in positive effect for plant height( $F_1$ ,  $F_2$ ) and leaf width( $F_2$ ), and for 83H-5 x NC 82 in positive effect for plant height( $F_1$ ,  $F_2$ ), leaf length( $F_2$ ) and yield( $F_1$ ,  $F_2$ ).

## 서 론

二面交雜에 의한 작물의 量的 形質에 대한 遺傳 分析은 Allard<sup>1)</sup>가 박하를 소재로 우수한 잡종이 초기에 발현 및 추정할 수 있다는 보고가 있은후 Spragur와 Tatum<sup>2)</sup>에 의해 組合能力이 정의되어 일반조합능력(General Combining ability)과 특정 조합 능력(Specific Combining ability)으로 구분하여 분석하였으며 Yestes<sup>3)</sup>가 正逆交配에 의한 유전분석을 하였고 그후 Hayman,<sup>12, 13)</sup> Whithouse,<sup>31)</sup> Jinks<sup>15, 16)</sup> 및 Griffing<sup>9)</sup>등에 의하여 이론이 체계화 되었다.

연초작물의 雜種強勢 정도에 있어서 황색종은 수량, 간장, 엽수, 개화일수, 엽장, 엽폭, 전알카로이드 등의 주요형질에서 정 또는 부의 방향으로 5% 내외라고 보고하였으며<sup>3, 4, 5, 19, 23)</sup> Burley종에서는 Legg<sup>20)</sup> 등이 조사한 잡종강세가 모든 형질에서 5% 내외이며 Matzinger<sup>27)</sup>는 수량에서 9.8%로 높은 잡종강세를 나타내나 그 외의 형질은 5% 내외라고 하였다. Orient종에 있어서도 Marani and Sachs<sup>21)</sup>는 F<sub>1</sub> 세대에서는 수량이 21%, 엽수 11% 등으로 황색종에 비하여 크다고 하였는데 이는 유전적으로 다양한 품종을 공시할때 Heterosis는 커진다고 하였다.

정<sup>18)</sup>등은 개화일수에서 부의 방향으로 잡종강세를 보였으며 그중 Xanthi×Kavala 조합이 빠르며 수량은 Samau×Izmir 조합이 높은 잡종강세를 보였다.

주요형질의 잡종강세 방향은 수량, 초장, 엽폭, 엽장등은 정의 방향으로, 개화일수, 엽수, 엽형지수 및 전알카로이드는 부의 방향으로 나타났다는 보고가 많다.<sup>4, 17, 18, 20)</sup>

조합능력에 대해서 연구된 결과를 보면 Sprague and Tatum이<sup>29)</sup> 옥수수의 이면교잡에 의한 조합능력을 일반 및 특정조합능력으로 나누어 분석한후 유전분석법은 발전되어왔다.

연초작물에 있어서도 황색종<sup>4, 5, 7, 11, 19, 23, 28)</sup>과 Burley종에<sup>17, 20)</sup> 대하여 그리고 Orient종에<sup>18, 21)</sup> 대하여 각각 보고된바 있다.

높은 조합능력을 가진 교배친의 선정은 잡종강세를 이용하는 타당성 작물과 일부 자식성 작물에 매우 중요하다. 특히 Matzinger<sup>26)</sup>는 황색종에서 개화기, 엽수등의 형질에서 GCA 효과가 높다고 했으며 Burley종의 수량에서 SCA 효과가 더 크다고 하였다. 이들의 결과를 종합하면 대체로 일반조합능력의 분산은 유의성이 인정되며 특정조합능력의 분산보다 크고, 특정조합능력의 분산은 유의성이 인정되거나 인정되지 않는 경우가 있다. 이는 연초품종등이 근친교배로 육성되어 왔으므로 유전자의 상가적 효과가 크게 작용하였기 때문에 우성효과나 상위성에 의한 분산량이 비교적 적다고 하였다.

본 연구는 연초 육종의 기초자료를 얻기 위하여 변이체 83H-5등 4품종을 공시하여 조합능력 및 Heterosis 정도를 추정하였다.

## 재료 및 방법

이면교배에 의한 유전분석 시험의 공시재료는 1986년 7월에 육성하였으며 연초는 모본 효과가 인정되지 않는 것으로 알려져 있으므로 정역교배는 실시하지 않았다.

변이계통 83H-5와 Hicks, NC 2326, NC 82등 4품종을 양친으로 이면교배를 1986년 6월에 실시

하여 F<sub>1</sub> 종자를 채종하였고 포장재배를 위하여 친과 6조합의 F<sub>1</sub>은 1987년 2월 28일 파종하였다. 재배 방법은 휴간 90cm 주간 45cm 구당 20주씩 공시하였으며 시비량은 연초용 복합비료(10-10-20)를 10a당 100kg씩 그리고 퇴비는 1,320kg으로 전량 기비로 사용하였으며 시험구 배치는 난괴법 2반복으로 하였다.

수확은 4회로 나누어 실시하였으며 니코틴과 당의 분석용 시료는 whole plant로 채취하였다. alkaloids의 분석은 Cundiff-Markunas<sup>6)</sup>방법으로 하였다. 조합 능력검정은 Griffing의 Method 2 Model<sup>9)</sup>에 의해 유의성 검정 및 효과를 산출하였다. 형질별 F<sub>1</sub> 및 F<sub>2</sub> 세대의 Heterosis 정도는 F<sub>1</sub> 및 F<sub>2</sub>의 형질 평균치와 M·P(mid parent)를 이용하여, F<sub>1</sub>의 잡종강세(%) =  $\frac{F_1 - \text{교배친의 평균}}{\text{교배친의 평균}} \times 100$ , F<sub>2</sub>의 잡종강세는(%) =  $\frac{F_2 - \text{교배친의 평균}}{\text{교배친의 평균}} \times 100$ 의 식을 이용하였다.

기타 특성조사와 재배방법은 한국인삼연구소 표준재배법에 준하였다.

## 결과 및 고찰

### 가. 交配親의 特性 및 雜種強勢

교배친인 변이계통 83H-5와 재배품종 Hicks, NC 2326 그리고 NC 82의 특성 및 그 F<sub>1</sub> 세대의 잡종강세 정도를 산출한 결과는 표 1과 같다. 교배친의 형질변이를 보면 초장 143.8-181.1cm, 엽장은 52.7-57.0cm, 엽폭은 24.0-28.5cm, 세균성마름병 이병지수는 1.4-3.3, 수량은 187.5-232.5kg으로 비교적 큰 차이를 나타내었고 그외 형질들은 변이폭이 작게 나타났다. 잡종강세 정도는 세균성마름병 이병지수가 43.3%, 엽형지수가 9.3, 알카로

이드가 -6.4, 엽장이 6.0, 초장이 5.3%로 비교적 높게 나타났고 그외 형질들은 -4.3, -2.8%로 비교적 낮게 나타났다.

잡종강세를 조합별로 살펴보면 대체로 F<sub>2</sub> 세대보다 F<sub>1</sub> 세대에서 높은 경향이며 초장은 대부분 증가되었으며 특히 83H-5 x NC 2326 조합은 13.6%, Hicks x NC 2326조합은 8.9%인 반면 NC 2326 x NC 82조합에서는 -0.7% 감소를 보였다. 엽수는 Hicks x NC 82 조합에서 11.6%로 증가되는 경향이고 83H-5 x Hicks와 NC 2326 x NC 82조합에서는 감소되는 경향이었다. 엽폭은 83H-5 x NC 2326, Hicks x NC 82 조합에서 감소하는 방향으로 각각 -9.1, -14%의 잡종강세를 나타내었고, 세균성마름병은 전조합에서 13.3~65%로 이병성 방향으로 평균 43.2%의 잡종강세가 나타났다. 수량은 83H-5 x NC 82 조합에서만 4.1%의 증가를 보일뿐 그 외는 감소하였다.

알카로이드는 전 공시 조합이 감소하는 방향으로 작용하였으며, Hicks x NC 82 조합에서 -8.3%를 보였고, 환원당은 83H-5 x Hicks, 83H-5 x NC 2326 조합에서 -5.7~-13.8로 감소시키는 방향으로 나타났고, NC 2326 x NC 82 조합에서는 7.5%의 증가를 보였다.

F<sub>2</sub>세대의 잡종강세 정도를 산출한 결과는 표 2와 같다. 잡종강세 정도는 세균성마름병 이병지수가 28.0, 엽수는 5.7, 엽장은 5.3%로 정의 방향으로 잡종강세 정도가 높게 나타났으며 그외의 형질들은 -1.66~3.3%로 비교적 낮았다.

한편 F<sub>2</sub>에서 조합별로 살펴보면 초장의 평균 잡종강세는 3.3%로 83H-5 x NC 2326, Hicks x NC 2326, Hicks x NC 82에서 초장은 커지는 방향으로, NC 2326 x NC 82조합에서는 -4% 감소하는 방

Table 1. Agronomic characters of parents and hybrids and estimates heterosis in midparents of the F<sub>1</sub> generation

Crosses	Plant height		Number of leaves		Largest leaf length		Largest leaf width		Leaf shape		Days to flower							
	Mean	H	Mean	H	Mean	H	Mean	H	Mean	H	Mean	H						
	cm	%	No.	%	cm	%	cm	%	%	%	day	day						
83H-5(1)	143.8		20.3		53.3	24.0	2.2				63.3							
Hicks(2)	152.9		19.5		52.7	25.7	2.0				62.7							
NC2326(3)	181.1		19.3		53.5	26.9	1.9				63.1							
NC82(4)	169.0		20.0		57.0	28.5	2.0				63.0							
1×2	154.8	148.3	4.3	19.5	19.9	-2.0	53.0	0.3	24.6	24.8	-0.8	2.1	2.1	0.0	63.2	63.0	0.3	
1×3	185.0	162.4	13.9*	20.5	19.8	3.5	61.9	53.4	15.9*	27.5	25.4	8.2*	2.2	2.0	10.0*	61.5	63.2	-2.6
1×4	162.5	156.4	3.9	21.0	20.1	4.4	52.3	55.1	-5.0	23.8	26.2	-9.1*	2.2	2.1	4.7	65.0	63.1	3.0*
2×3	180.5	167.0	8.0*	20.5	19.4	5.6	62.0	53.1	16.7*	27.1	26.3	3.0	2.3	1.9	21.0*	60.5	62.9	-3.8*
2×4	165.0	160.9	2.5	22.0	19.7	11.6*	57.3	54.8	4.5	23.3	27.1	-14.0*	2.4	2.0	20.0*	62.5	62.8	-0.4
3×4	173.7	175.0	-0.7	18.4	19.6	-6.1	57.3	55.2	3.8	29.6	27.7	6.8	1.9	1.9	0.0	65.0	63.0	3.1*
Mean			5.3		2.8		6.0		-0.9		9.2							

\* : Variance larger than twice standard error is significant. M.P : Midparent

$$H : \text{Degree of heterosis} : \frac{F_1 - M.P}{M.P} \times 100$$

Continued

Crosses	Bacterial wilt disease index		Yield		Alkaloids		Nicotine		Total nitrogen		Reducing sugar							
	Mean	M.P	H	%	Mean	M.P	H	%	Mean	M.P	H	%						
83H-5(1)	1.4		187.5	2.9	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	14.9	14.9						
Hicks(2)	3.3		207.5	2.5	2.3	2.3	2.3	2.3	2.4	2.4	15.7	15.7						
NC2326(3)	2.7		232.5	2.8	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	15.5	15.5						
NC82(4)	1.4		220.0	2.4	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	16.4	16.4						
1×2	3.3	2.3	43.4*	197.5	0.0	2.4	2.7	-11.1*	2.4	2.4	0.0	-4.1	15.7	15.3	2.6			
1×3	3.3	2.0	65.0*	206.5	210.0	-1.6	2.8	2.8	0.0	2.4	2.5	-4.0	2.4	2.5	13.1	15.2	-13.8	
1×4	2.3	1.4	64.2*	212.5	204.0	4.1*	2.5	2.6	-3.8	2.7	2.4	12.5*	2.4	2.4	0.0	14.7	15.6	-5.7*
2×3	3.4	3.0	13.3	215.0	220.0	-2.2	2.4	2.6	-7.6*	2.4	2.4	0.0	2.2	2.4	-8.3	15.3	15.6	-1.9
2×4	3.3	2.3	43.4*	217.5	214.0	1.6	2.2	2.4	-8.3*	2.5	2.3	8.6*	2.6	2.3	13.0*	16.5	16.0	3.1
3×4	2.6	2.0	30.0*	226.0	226.5	-0.2	2.4	2.6	-7.6*	2.3	2.4	-4.1	2.2	2.4	-8.3*	17.1	15.9	7.5*
Mean			43.2		0.3		-6.4		2.2		-1.9							

\* : Variance larger than twice standard error is significant. M.P : Midparent

$$H : \text{Degree of heterosis} : \frac{F_1 - M.P}{M.P} \times 100$$

Table 2. Agronomic characters of parents and hybrids and estimates of heterosis in midparents of the F<sub>2</sub> generation

Crosses	Plant height		Number of leaves		Largest leaf length		Largest leaf width		Leaf shape		Days to flower								
	Mean	H	Mean	M.P	Mean	M.P	Mean	M.P	Mean	M.P	Mean	M.P							
	cm	%	No.	No.	cm	cm	cm	cm	%	%	day	day							
83H-5(1)	143.8		20.3		53.3	24.0	2.2				63.3								
Hicks(2)	152.9		19.5		52.7	25.7	2.0				62.7								
NC2326(3)	181.1		19.3		53.5	26.9	1.9				63.1								
NC82(4)	169.0		20.0		57.0	28.5	2.0				63.0								
1×2	151.3	148.3	2.0	19.3	19.9	-3.0	49.6	53.0	-6.4	24.8	7.2*	1.9	2.1	-9.5	63.9	63.0	1.4		
1×3	172.5	162.4	6.2*	21.7	19.8	9.5*	58.2	53.4	8.9	27.8	25.4	9.4*	2.0	2.1	-4.7	64.5	63.2	2.0	
1×4	161.3	156.4	3.1	21.0	20.1	4.4	52.7	55.1	-4.3	24.9	26.5	-6.0	2.1	2.0	5.0	66.5	63.1	5.3*	
2×3	180.9	167.0	8.3*	20.7	19.4	6.7	61.7	53.1	16.2*	27.1	26.3	3.0	2.2	2.0	10.0*	61.2	62.9	-2.7	
2×4	167.5	160.9	4.1*	22.8	19.7	15.7*	62.3	54.8	13.6*	26.5	27.3	-2.9	2.3	1.9	21.0*	63.2	62.8	0.6	
3×4	168.0	175.0	-4.0*	19.8	19.6	1.0	57.4	55.2	3.9	28.6	27.9	2.5	2.0	1.9	5.2	62.4	63.0	-0.9	
Mean			3.3		5.7		5.3		2.2		4.5								0.9

\* : Variance larger than twice standard error is significant. M.P : Midparent

$$H : \text{Degree of heterosis} : \frac{F_2 - M.P}{M.P} \times 100$$

Continued

Crosses	Bacterial wilt disease index		Yield		Alkaloids		Nicotine		Total nitrogen		Reducing sugar								
	Mean	M.P	H	%	Mean	M.P	H	%	Mean	M.P	H	%	Mean	M.P	H				
83H-5(1)	1.4			187.5	2.9			2.5				14.9							
Hicks(2)	3.3			207.5	2.5			2.3				15.7							
NC2326(3)	2.7			232.5	2.8			2.5				15.5							
NC82(4)	1.4			220.0	2.4			2.3				16.4							
1×2	2.4	2.3	4.3	195.5	197.5	-1.0	2.5	2.7	-7.4	2.4	2.4	0.0	2.4	2.4	0.0	15.2	15.3	-0.6	
1×3	2.4	2.0	20.0	202.5	210.0	-3.5	2.4	2.7	-11.1*	2.3	2.5	-8.0**	2.4	2.5	-4.0	15.6	15.2	2.6	
1×4	2.4	1.4	71.4*	217.5	204.0	6.6*	2.6	2.6	0.0	2.5	2.4	4.1	2.5	2.4	4.1	14.2	15.6	-8.9*	
2×3	3.4	3.0	13.3	210.0	220.0	-4.5*	2.6	2.5	4.0	2.4	2.4	0.0	2.6	2.4	8.3*	14.9	15.6	-4.4	
2×4	3.2	2.3	39.1*	212.5	214.0	-0.7	3.0	2.4	25.0**	2.4	2.3	4.3*	2.5	2.4	4.1	16.7	16.0	4.3	
3×4	2.4	2.0	20.0	224.5	226.5	-0.8	2.5	2.4	4.1	2.4	2.4	0.0	2.3	2.4	-4.1	16.8	15.9	5.6*	
Mean				28.0			0.6		2.4			0.1			1.4				0.2

\* : Variance larger than twice standard error is significant. M.P : Midparent

H : Degree of heterosis :  $\frac{F_2 - M.P}{M.P} \times 100$

향으로 나타났다.

엽수는 대부분이 증가시키는 방향으로 잡종강세가 일어났으며 평균 5.7%로 Hicks x NC 82 조합에서 15.7%로 높게 나타났다. 엽폭은 83H-5 x Hicks, 83H-5 x NC 2326 조합에서 각각 7.2, 9.4%로 증가시키는 잡종강세를 보였다. 개화일수는 83H-5 x NC 82 조합에서 5.3%로 단축시키는 방향으로, 세균성마름병 이병정도는 평균 28%로 특히 83H-5 x NC 82 조합에서 71.4, Hicks x NC 82 조합에서 31.9% 잡종강세가 인정되었다. 수량은 평균 0.6%로 83H-5 x 82 조합에서 6.6% 잡종강세를 보였다.

알카로이드는 83H-5 x NC 2326 조합에서 -0.8%, Hicks x NC 82 조합에서 4.2%, 환원당은 83H-5 x NC 82 조합에서 -8.9%, NC 2326 x NC 82 조합에서 5.6% 잡종강세를 보였다.

본 시험의 F<sub>1</sub> 세대의 잡종강세 정도가 초장, 엽수, 엽장, 수량 등이 0.28~6.03%로 나타난 것은 Matzinger and Mann<sup>23)</sup>, Aycock et al.<sup>3)</sup>, Chaplin<sup>4)</sup>, 이<sup>19)</sup> 등이 품종간 교배에서 잡종강세가 5% 내외라고 보고한 결과와 일치하는 경향이였다. 세균성마름병 이병지수의 잡종강세가 43.2%로 높게 나타났는데 이와 같은 결과는 진<sup>14)</sup>이 보고한 23.2%보다는 다소 높게 나타났다.

F<sub>2</sub> 세대의 잡종강세 정도는 전반적으로 F<sub>1</sub>에 비하여 다소 낮게 나타났으며 이와같은 결과는 Legg et al.<sup>20)</sup>, Matzinger et al.<sup>27)</sup>, Aycock et al.<sup>3)</sup>이 F<sub>2</sub> 세대에서 自植弱勢 現狀이 認定된다는 보고와 일치하는 경향이였다.

#### 나. 一般 및 特定 組合 能力

形質에 대한 一般 및 特定 組合 能力의 分散을 조사한 결과는 표 3과 같다. F<sub>1</sub> 세대의 일반 조합

능력(GCA)은 초장, 엽장, 세균성마름병의 罹病指數, 수량 및 알카로이드, 특정 조합능력(SCA)에서는 초장, 엽형지수, 전질소에서 각각 1% 및 5% 수준에서 유의성이 인정되었다. F<sub>2</sub> 세대의 GCA는 초장, 엽폭, 개화일수, 세균성마름병 이병지수, 수량 및 환원당에서 SCA는 초장, 간장, 엽장, 엽형지수, 개화일수, 수량 및 환원당에서 각각 1% 및 5% 수준에 유의성이 인정되었다. 분산량은 F<sub>1</sub> 세대에서 초장, 엽폭, 이병지수, 알카로이드 및 수량에서 그리고 F<sub>2</sub> 세대에서는 초장, 엽폭, 개화일수, 세균성마름병 이병지수 및 수량의 GCA 분산량이 SCA 분산량보다 크게 나타났고 그 외 형질들은 SCA의 분산량이 더 크게 나타났다.

연초품종은 근친교배로 육성되어 왔으므로 상가적인 유전자 효과가 주된 것으로 우성이나 상위성에 의한 분산은 비교적 적은 것으로 알려져 있으며 Matzinger et al.<sup>25)</sup>은 황색종 Hicks x Coker 139 조합을 재료로 분석한 결과 간장과 엽장에서 상가적 효과의 상호작용에 의한 상위성에 유의성이 인정되며, 개화일수에 있어서는 유의성은 인정되지 않았으나 우성효과의 분산이 상가적 효과의 분산보다 현저하게 나타났다고 하였다. 또한 Matzinger<sup>22)</sup>은 SC 58 x Dixie Bright 244를 재료로 분석한 결과, 간장에 있어서 상가적 효과의 상호작용에 의한 상위성에 유의성이 인정된다고 하였다. 그리고 Vandenberg and Matzinger<sup>30)</sup>, 岡<sup>28)</sup>, 江口·綾部<sup>7)</sup> 등은 연초에 있어서 상가적 분산이 주된 것이며, 일반적으로 비상가적 유전자 작용은 유의성이 인정되지 않지만 유전적으로 다양한 품종간의 교배시에는 우성효과가 커지며 SCA의 분산에 유의성이 인정될 가능성이 크다고 하였다. 본 시험에 있어서 비교적 많은 형질의 SCA의 분산에서 유의성이 인정되거나 GCA의



Table 3. Analysis of variance for general and specific combining ability of agronomic characters in the F<sub>1</sub> and F<sub>2</sub> generation

Genera- tion	Source of variance	d.f	Plant height	Number of leaves	Largest leaf length	Largest leaf width	Leaf shape	Days to flower	Bacterial wilt disease index	Yield	Alka- loids	Nico- tine	Total nitro- gen	Reduc- ing sugar
F <sub>1</sub>	GCA	3	404.73**	0.45	5.96	7.16*	0.009	1.55	1.11*	501.86**	0.104*	0.010	0.002	1.85**
	SCA	6	74.58**	1.26	17.12	3.42	0.037**	2.09	0.34	13.75	0.016	0.021	0.017*	0.92*
	Error	9	9.17	0.78	9.59	1.91	0.007	1.33	0.23	8.60	0.019	0.011	0.005	0.22
F <sub>2</sub>	GCA	3	368.79**	0.23	12.32	4.22*	0.002	2.14**	1.09**	471.86**	0.014	0.008	0.003	0.93
	SCA	6	48.19**	1.82	19.71*	1.48	0.028*	1.82**	0.19	40.27*	0.045	0.007	0.007	0.60
	Error	9	4.88	0.30	4.01	1.22	0.008	0.20	0.15	12.57	0.029	0.004	0.004	0.35

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

분산보다 크게 나타난 것은 특성이 다양한 품종들을 공시한데 기인되었을 것으로 생각된다.

품종별 GCA의 효과를 산출한 결과는 표 4와 같다. 세대간의 정, 부의 방향이 일치하지 않는 것은 Hicks의 엽수, 알카로이드, NC 2326의 알카로이드, 니코틴, 전질소, 환원당 등이며 그의 품종별 GCA 효과는 세대간의 그 방향이 일치하였다. GCA 효과를 품종별로 보면 83H-5는 초장, 엽폭, 세균성마름병 이병지수, 수량, 환원당이  $F_1$  및  $F_2$  세대에서 부의 방향으로, 개화일수( $F_2$ ), 니코틴( $F_1, F_2$ ), 전질소( $F_1$ ), 알카로이드( $F_1$ )는 정의 방향으로 유의성이 인정되었고 Hicks는 초장( $F_1, F_2$ ), 수량( $F_1, F_2$ ), 개화일수( $F_2$ ) 알카로이드( $F_1$ )에서 부의 방향으로, 세균성마름병 이병지수는 정의 방향으로 각각 유의성이 인정 되었다. NC 2326은 초장( $F_1, F_2$ ), 수량( $F_1, F_2$ ) 및 엽폭( $F_1$ )에서 정의 방향으로 개화일수는 부의 방향으로 유의성이 인정되었으며 NC 82는 초장( $F_2$ ), 엽장( $F_2$ ), 엽폭( $F_2$ ), 수량( $F_1, F_2$ ) 및 환원당에서 정의 방향으로 유의성이 인정되었다. 또한 Hicks의 변이체로 선발한 83H-5 계통은 초장을 짧게 하거나 세균성마름병 저항성을 높이는 유전자원으로 이용될 수 있을 것으로 기대되었다.

각 형질에 대한 조합별 SCA의 효과를 산출한 결과는 표 5와 같다.

83H-5×Hicks 조합에서는 엽폭( $F_2$ )이 정의 방향으로 엽장( $F_2$ ), 알카로이드( $F_2$ )은 부의 방향으로, 83H-5×2326 조합은 초장( $F_1, F_2$ ), 엽장( $F_1, F_2$ )이 정의 방향으로 수량( $F_1, F_2$ )은 부의 방향으로 비교적 크게 나타났다.

83H-5×NC 82 조합은 엽장( $F_1, F_2$ )과 수량( $F_1, F_2$ )은 부의 방향으로 Hicks×NC 2326 조합에서는 초장( $F_1, F_2$ )과 엽장( $F_1, F_2$ )에서 정의 방향으로,

개화일수( $F_1, F_2$ )와 수량( $F_1, F_2$ )은 부의 방향으로 크게 나타났다.

Hicks×NC 82 조합은 초장( $F_1, F_2$ ), 엽수( $F_1, F_2$ ), 엽장( $F_1, F_2$ ), 수량( $F_1$ )에서 정의 방향으로, 엽폭( $F_1, F_2$ )과 수량( $F_2$ )에서 부의 방향으로, NC 2326×NC 82 조합에서는 엽폭( $F_1, F_2$ )과 개화일수( $F_1$ )가 정의 방향으로, 초장( $F_1, F_2$ )과 수량( $F_1, F_2$ )은 부의 방향으로 크게 나타났다.

형질별로 보면 초장은 평균효과 166.85( $F_1$ )과 164.84( $F_2$ )에 비해 83H-5 x NC 2326조합은 14.33( $F_1$ )과 6.34( $F_2$ )로 증가하는 방향으로, NC 2326 x NC 82 조합은 -5.14( $F_1$ )과 -8.5( $F_2$ )로 감소되는 경향이었다. 엽수는 평균효과 20.1~20.4에 비해 NC 2326 x NC 82 조합의  $F_1$ 에서 -1.44, 83H-5 x Hicks는  $F_2$ 에서 -1.11로 감소하였고 Hicks x NC 82 조합에서 2.23배로 증가되었다.

엽폭의 평균효과는 26.12~26.73cm인데 비해서 83H-5 x NC 82 조합은 -1.72( $F_1$ )에서 -1.47( $F_2$ )로 감소되는 효과를 보였고 83H-5 x NC 2326 조합은 1.23( $F_1$ )~1.48( $F_2$ )로 증가하는 방향으로 효과를 보였다. 세균성마름병의 평균효과는 2.71( $F_1$ )~2.52( $F_2$ )인데 비해 83H-5 x Hicks의 -0.21( $F_2$ )와 NC 2326 x NC 82 -0.02( $F_2$ )에서 감소하는 효과가 있었으며 그 외 조합에서는 세균성마름병 이병성이 증가하였다.

수량의 평균효과는 212.30( $F_1$ )~215.05( $F_2$ )kg/10 a이나 83H-5 x NC 82 조합에 5.95( $F_1$ )과 10.53( $F_2$ ) 증수효과를 보였으며 그 외는 감소하는 경향이었다. 알카로이드의 평균 효과는 2.57( $F_1$ )~2.62( $F_2$ )%에 비해 Hicks x NC 82 조합의  $F_2$ 에서 0.38% 증가되었고 그 외에 다른 조합은 감소되는 경향이었다.

전질소는 평균효과 2.43( $F_1$ )~2.48( $F_2$ )%에 비하

Table 4. Estimates of general combining ability(GCA) effects for agronomic characters in the F<sub>1</sub> and F<sub>2</sub> generation

Effect	Gener- ation	Plants height	Number of leaves	Largest leaf length	Largest leaf width	Leaf shape	Days to flower	Bacterial wilt disease index	Yield kg/10a	Alka- loids	Nico- tine	Total nitro- gen	Reduc- ing sugar
Mean	F <sub>1</sub>	166.85	20.12	56.06	26.12	2.14	63.00	2.71	212.30	2.57	2.47	2.43	15.50
effect	F <sub>2</sub>	164.84	20.46	55.85	26.73	2.08	63.40	2.52	211.05	2.62	2.42	2.48	15.61
GCA effect													
	F <sub>1</sub>	-7.38*	0.19	-1.02	-1.11*	0.03	0.23	-0.30*	-11.66**	0.12*	0.05*	0.03*	-0.69
	F <sub>2</sub>	-8.58*	0.07	-2.00*	-1.04*	0.01	0.76*	0.42*	-10.97*	0.05	0.04*	0.02	-0.53*
Hicks	F <sub>1</sub>	-4.65*	0.08	-0.40	-0.67	0.02	-0.54	0.51*	-2.75*	-0.12*	-0.04	-0.01	0.23
	F <sub>2</sub>	-3.09*	-0.06	-0.03	-0.31	0.02	-0.52*	0.51	-3.70*	0.01	-0.03	-0.01	0.05
NC2326	F <sub>1</sub>	11.20*	-0.40	1.32	1.26*	-0.04	-0.27	0.19	8.50*	0.10*	-0.01	-0.01	0.14
	F <sub>2</sub>	9.90*	-0.23	0.84	0.62	-0.02	-0.42*	0.17	7.79*	-0.06	0.02	0.01	0.06
NC 82	F <sub>1</sub>	0.84	0.13	0.11	0.52	-0.02	0.58	0.40*	5.91*	-0.10*	-0.01	-0.01	0.60*
	F <sub>2</sub>	1.77*	0.22	1.19*	0.73*	-0.01	0.18	-0.26*	6.70*	-0.01	-0.02	-0.03	0.41

\* : Variance larger than twice standard error is significant.

Table 5. Estimates of specific combining ability(SCA) effects for agronomic characters in the F<sub>1</sub> and F<sub>2</sub> generation

Crosses	Plant height		Number of leaves		Largest leaf length		Largest leaf width		Leaf shape		Days to flower	
	F <sub>1</sub>	F <sub>2</sub>	F <sub>1</sub>	F <sub>2</sub>	F <sub>1</sub>	F <sub>2</sub>	F <sub>1</sub>	F <sub>2</sub>	F <sub>1</sub>	F <sub>2</sub>	F <sub>1</sub>	F <sub>2</sub>
	cm	cm	No.	No.	cm	cm	cm	cm	cm	cm	day	day
Mean effect	166.85	164.84	20.12	20.46	56.06	55.85	26.12	26.73	2.14	2.08	63.00	63.40
SCA effect												
83H-5	-8.28*	-3.87*	-0.15	-0.26	-0.65	1.50	0.11	-0.64	0.01	0.10	-0.13	-1.58*
Hicks	-4.58*	-5.70*	-0.78	-0.82	-2.55	-3.08*	0.98	-0.34	-0.16*	-0.09	0.83	0.38
NC 2326	-8.26*	-3.54*	0.04	-0.64	-5.20*	-4.04*	-1.70*	-0.03	-0.06	-0.04	0.70	0.60*
NC 82	0.46	0.61	-0.38	-0.91*	0.71	-1.24	1.33	0.80	-0.10	-0.11	-1.18	-0.78*
83H-5×Hicks	0.04	-1.86	-0.84	-1.11*	-1.43	-4.16*	0.27	1.27*	-0.15*	-0.21*	0.55	0.25
83H-5×NC 2326	14.33*	6.34*	0.59	1.39*	5.44*	3.50*	1.23	1.48*	0.10*	-0.01	-1.46*	0.76*
83H-5×NC 82	2.19	3.26*	0.55	0.24	-2.79	-2.34*	-1.72*	1.47*	0.03	0.02	1.17	2.14*
Hicks×NC 2326	7.10*	9.25*	0.75	0.54	5.01*	5.03*	0.43	0.06	0.16*	0.15*	-1.68*	-1.20*
Hicks×NC 82	2.01	4.02*	1.66*	2.23*	1.52	5.28*	-2.67*	-0.64	0.31*	0.24*	-0.54	0.17
NC 2326×NC 82	-5.14*	-8.51*	-1.44*	-0.65*	-0.14	-0.44	1.73*	0.51	-0.14*	-0.05	1.73*	-0.76*

\* Variance larger than twice standard error is significant.

Continued

Crosses	Bacterial wilt disease index		Yield		Alkaloids		Nicotine		Total nitrogen		Reducing sugar	
	F <sub>1</sub>	F <sub>2</sub>	F <sub>1</sub>	F <sub>2</sub>	F <sub>1</sub>	F <sub>2</sub>	F <sub>1</sub>	F <sub>2</sub>	F <sub>1</sub>	F <sub>2</sub>	F <sub>1</sub>	F <sub>2</sub>
			kg/10a	kg/10a	%	%	%	%	%	%	%	%
Mean effect	2.71	2.52	212.30	215.05	2.57	2.62	2.47	2.42	2.43	2.48	15.50	15.61
SCA effect												
83H-5	-0.70	-0.27	-1.46	-1.96	0.07	0.16	-0.04	0.04	0.04	0.01	0.78	0.35
Hicks	-0.44	-0.25	0.70	3.86	0.17*	-0.15	-0.08	-0.04	-0.02	-0.07	-0.28	-0.01
NC 2326	-0.40	-0.17	3.20	5.86*	0.09	0.05	0.09	0.02	0.11*	-0.01	0.33	-0.19
NC 82	-0.45	-0.53*	-3.63*	-3.96	0.10	-0.15	-0.12*	-0.06	-0.01	-0.02	-0.31	-0.04
83H-5×Hicks	0.37	-0.21	-0.38	-1.05	-0.13*	-0.12	-0.01	-0.01	-0.06	-0.05	0.65	0.12
83H-5×NC 2326	0.69*	0.13	-2.63	-5.55*	0.01	-0.15	-0.11	-0.14*	0.01	-0.04	-1.51*	0.45
83H-5×NC 82	0.34	0.62*	5.95*	10.53*	-0.02	-0.05	0.21*	0.07	-0.05	0.07	-0.71	-1.29*
Hicks×NC 2326	0.02	0.23	-3.05	-5.13*	-0.11	0.06	0.03	0.08*	-0.11*	0.13*	-0.29	-0.77
Hicks×NC 82	0.47	0.48	2.03	-1.55	-0.09	0.38*	0.14*	0.02	0.22*	0.06	0.20	0.67
NC 2326×NC 82	0.09	-0.02	-0.71	-1.05	-0.08	-0.02	-0.10	0.01	-0.13*	-0.08*	1.13*	0.70*

\* Variance larger than twice standard error is significant.

여 NC 2326 x NC 82 조합은  $-0.13(F_1) \sim 0.08(F_2)$  감소효과를 나타내고, 환원당의 평균효과는  $15.50(F_1) \sim 15.61(F_2)\%$ 에 비해 83H-5 x NC 2326에서  $-1.51\%(F_1)$ 로 감소 되는데 비해 NC 2326 x NC 82 조합은  $1.13(F_1) \sim 0.70(F_2)$  증가효과를 보였다.

## 결 론

황색종 연초의 변이형질을 포함한 양적형질을 이면교배 분석으로 잡종강세 및 조합능력을 추정하였다.

- 1) 돌연변이체인 83H-5등 황색종 4품종의 이면교배에서  $F_1$  세대의 잡종강세는  $F_2$  세대보다 다소 높으며,  $F_1$ 의 초장, 엽수, 엽형, 수량 등이 0.28~6.03%이며 세균성마름병 이병지수는 이병성 방향으로 43.2%였다.
- 2) 일반조합능력의 효과에 있어서 83H-5는  $F_1$  및  $F_2$ 세대의 초장, 엽폭 및 세균성마름병 이병지수,  $F_2$ 세대의 엽장이 부의 방향으로,  $F_1$  세대의 알카로이드와 전질소,  $F_2$  세대의 개화기는 정의 방향으로 각각 유의성이 인정되었다.
- 3) 변이체 83H-5 조합의 특정 조합능력 효과에 있어서 83H-5 x Hicks 조합은 엽장( $F_2$ ), 엽수( $F_2$ ), 엽형지수( $F_1, F_2$ ), 세균성마름병( $F_2$ ) 및 알카로이드( $F_1$ )가 감소하는 방향으로, 83H-5 x NC 2326 조합은 초장( $F_1, F_2$ ), 엽수( $F_2$ ), 엽장( $F_1, F_2$ ) 및 엽폭( $F_2$ ) 그리고 83H-5 x NC 82 조합에서는 초장( $F_1, F_2$ ), 엽장( $F_2$ ) 및 수량( $F_1, F_2$ )에서 증가하는 방향으로 효과가 인정되었다.

## 참고문헌

1. Allard, H. A. Jour. Agr. Res. 63 : 35-64(1941).
2. Aksel, R. and L.P.V. Johnson. Advancing frontiers of plant science 2 : 37-52 (1963).
3. Aycock, H.K., T.J. Mann and D.F. Matzinger. Tob. Sci. 7 : 130-135(1963).
4. Chaplin, J.F. Tob. Sci. 10 : 126-130(1966).
5. Chaplin, J.F. Tob. Sci. 11 : 126-132(1967).
6. Cundiff, R.H. and P.C. Markunas. Anal. Chim. 27 : 1650-1653.
7. 江口添三, 綾部富雄. 磐田試報 2 : 63-72(1969).
8. Gardner, C.O. and S.A. Eberhart. Biometrics 22 : 439-452(1966).
9. Griffing, B. Aust. J. Biol. Sci. 9 : 463-493(1956).
10. Gwynn, G.R. Tob. Sci. 7-13(1963).
11. Harvey, W.R. and A.M. Palmer. Tob. Sci. 15 : 29-31(1971).
12. Hayman, B.I. Genetics 39 : 789-809(1954).
13. Hayman, B.I. Department of Genetics, University of Birmingham : 63-83(1957).
14. 진정의, 고미석. 한육지. 20(2) : 146-154(1988).
15. Jinks, J.L. Genetics 39 : 767-788(1954).
16. Jinks, J.L. and B.I. Hayman. Maize Genetics Crop News Letter 27 : 48-54 (1953).
17. 조천준, 민경수. 한육지. 5(2) : 39-46(1983).
18. 정석훈, 황주광, 손세호. 한육지. 4(1) : 7-14 (1982).
19. 이승철. 경북대 박사학위논문 (1982).

20. Legg, P.D., G.B. Collins and C.C. Litton. *Crop Sci.* 10 : 705-707(1970).
21. Marane, A. and Y.S. Sachs. *Crop Sci.* 6 : 19-22 (1966).
22. Matzinger, D.F. *Crop Sci.* 8 : 732-735(1968).
23. Matzinger, D.F. and T.J. Mann. *Tob. Sci.* 6 : 127-134(1962).
24. Matzinger, D.F., T.J.Mann and C.C. Cockerham. *Crop Sci.* 2 : 383-386(1962).
25. Matzinger, D.F., T.J.Mann and H.F. Robinson. *Agron. J.* 52 : 8-11(1960).
26. Matzinger, D.F. and E.A. Wernsman. *Tob. Sci.* 12 : 177-180(1969).
27. Matzinger, D.F., E.A. Wernsman and H.F. Ross. *Crop Sci.* 11 : 275-279(1971).
28. 岡克. *日育雜* 9 : 87-93(1959).
29. Sprague, G.F. and L.A. Tatum. *J. Amer. Soc. Agron.* 34 : 923-932(1942).
30. Vanderberg, P. and D.F. Matzinger. *Crop Sci.* 10 : 437-440(1970).
31. Whitehouse, R.H., J.B. Thompson and A.M.Do Valle Riberio. *Euphytica* 7 : 147-169(1958).
32. Yates, F. *Heredity* 1 : 287-301(1947).