

## 황색종 연초 들연변이 계통 KF 8832-85의 흰꽃 유전

조 수 현  
한국인삼연초연구원  
(1995년 11월 9일 접수)

### Inheritance of White Flower of Mutant Line KF 8832 - 85 in Flue-cured Tobacco

Soo Heon Cho  
Korea Ginseng & Tobacco Research Institute  
(Received Nov. 9, 1995)

**ABSTRACT :** Cultivars of *Nicotiana tabacum* L. normally have pink flowers, but the flue-cured tobacco mutant line, KF 8832 - 85, had white flower. The mutant line was crossed with five normal varieties of KF 109, NC 82, TC 499, NC 567 and Coker 176. All F1 plants showed pink flower. The progenies of F2 generations were segregated with the phenotypic ratio 9 : 3 : 4 with pink, varigated(a recombinant type) and white flower, respectively. Test-cross populations showed 1 : 1 : 2 ratios. These results showed that the white flower character was controlled by two recessive genes. The genes were designated as *FFCC* for pink and *ffcc* for white flower. The recessive gene *ff* was epistatic to *C* and *c*. Therefore, white flower had a recessive epistasis gene.

**Key words :** *Nicotiana tabacum*, White flower, Recessive genes, Epistasis gene

식물체에 있어서 색상의 유전은 Mendel이 완두에서 유전법칙을 발견할때 조사한 7가지 형질중 3가지가 색깔과 관련된 것으로 봐서 유전학 발달의 모태라 할 수 있다.

연초는 인공교배가 잘되고 한번 교잡으로 많은 종자를 얻을수 있으므로 식물 유전연구의 좋은 재료이고, 품종간 교배 및 종간교배를 통하여 생물, 화학적인 유전현상을 구명한 보고들이 많다(Ar-

\* 연락처자 : 711 - 820, 대구광역시 달성군 하빈면 현내리 345번지, 한국인삼연초연구원, 대구시험장  
\* Corresponding Author : Korea Ginseng & Tobacco Research Institute, Taegu Experiment Station.  
345 Hyunne-ree, Habin-myun, Dalsung-gun, Taegu 711 - 820, Korea

Rushdi, 1957 ; Burk, 1972 ; Gerstel과 Burns, 1967 ; Kubo et al, 1982). 또한 현재 최첨단 과학으로 여러 국가들이 연구비를 많이 투자하고 있는 형질전환에 의한 신품종 육성시 타작물에 비해 유전자의 도입이 용이하여 시험재료로 많이 이용되고 있다 (Altamura et al, 1991 ; Brandle et al, 1994 ; Whitty et al, 1994). *Nicotiana*속의 화색은 종에 따라 다양하며, 지금까지 검붉은색, 카민색, 붉은색, 산호색, 분홍색, 연분홍색, 흰색, 혼합색 (dark red, carmine, red, coral, pink, light pink, white, varigated)등이 알려져 있다(Burns과 Gerstel, 1967 ; Cameron, 1959 ; Clausen과 Cameron, 1944 ; Gerstel과 Burns, 1966, 1968 ; Gerstel과 Parry, 1973 ; Sand, 1971 ; Valleau, 1958).

현재 재배되고 있는 *Nicotina tabacum*의 꽃은 대부분 분홍색이나 흰색의 자연 적인 돌연변이를 선발하여 육성한 품종으로는 황색종의 Jayalakshmi (JL) (Satyanarayana et al, 1982), 버어리종의 Va 528이 있고(Terrill et al, 1984), 우리나라에서는 황색종 계통 KF 8832-85가 있다(조수현, 1995).

본 연구는 돌연변이 계통 KF 8832-85의 흰꽃과 같이 육안으로 쉽게 판별할 수 있는 형질을 지표로 삼아 양적형질로 유전되는 초장, 엽형, 엽수 및 내병성등과의 상관관계를 구명하여 분리세대에서 선발효율을 높이고자 실시 하였다. 이러한 상관관계를 이용한 선발효율은 차후 세대별 결과에 따라 보고할 예정이며, 우선 화색에 대한 유전분석을 보고한다.

## 재료 및 방법

공시재료는 Table 1과 같이 흰꽃이 피는 돌연변이 계통 KF 8832-85를 모본으로 하고, 부분으로는 입고병 저항성 정도가 상이한 KF 109, NC 82, 단간이면서 세엽형인 TC 499, TMV에 저항성인 NC 567과 Coker 176(이하 CK 176)을 인공교배 하였다. 이 5조합의 모부분, F1, F2, 및 BP1(Test-cross) 세대를 '94년에 한국인삼연초연구원 대구 시험장에 공시하였다. 재식거리는 115×38cm, 시비량은 연초용 복비(13-7-25)를 10a당 80Kg 시여 하였으며, 기타 재배는 한국인삼연초연구원 표준재배법에 준하였다.

꽃의 시료는 각 개체별 세번째 꽃을 사용하였으며, 꽃색은 육안으로 분홍꽃, 흰꽃, 혼색꽃으로 구분하고, 동일한 시료의 선단부를 색도계로 적색도인 a의 값을 조사 하였다. 분리세대인 F2와 BP1에서도 동일한 방법으로 조사 하였다. 분리비의 적합성은  $\chi^2$ -test 검정을 하였다.

## 결과 및 고찰

### 1. 교배친 및 F1의 꽃색

교배친과 F1의 꽃에 대하여 색도계를 이용하여 적색도를 조사한 결과는 Table 2와 같다. 적색도를 나타내는 a의 값이 모본으로 사용된 KF 8832-85는 -3.2였고, 부분으로 사용된 5품종중 TC 499는 28.5로 가장 낮았으며, CK 176은 38.1로서 가장 높았다. KF 109, NC 82 및 NC 567은 중간인 30.3~34.7이었다.

F1은 모부분의 평균치보다 부분으로 사용된 분홍색과 거의 같은 23.7~32.9의 적색도를 나타내어 흰꽃이 분홍꽃에 대하여 열성인것으로 나타났다. 이러한 결과는 Satyanarayana et al.(1982) 및 Valleau (1958)의 보고와 일치하였다.

Table 1. Parents and generations used in this study <sup>1)</sup>

		Generations				
		P1	P2	F1	F2	BP1
KF 8832-85 (W)	KF 109 (P)			o	o	o
KF 8832-85 (W)	NC 82 (P)			o	o	o
KF 8832-85 (W)	TC 499 (P)			o	o	o
KF 8832-85 (W)	NC 567 (P)			o	o	o
KF 8832-85 (W)	CK 176 (P)			o	o	o

1) KF 8832-85 : Mutant line with white flower, W : White flower, P : Pink flower

### 2. F2 집단에서의 분리

분리 세대인 F2에서 조합별 꽃색을 조사한 결과 모부분이나 F1에 나타나지 않던 흰색 바탕에 분홍색이 섞인꽃(이하 혼색꽃)이 일정한 비율로 나타났

Table 2. Performance of flower color in the parental varieties and F1

Variety	Flower color	a*	F <sub>1</sub>	Flower color	a*
KF 8832-85	White	-3.2	KF 8832-85 x KF 109	Pink	28.1
KF 109	Pink	30.3	KF 8832-85 x NC 82	Pink	28.8
NC 82	Pink	33.6	KF 8832-85 x TC 499	Pink	23.7
TC 499	Pink	28.5	KF 8832-85 x NC 567	Pink	26.4
NC 567	Pink	34.7	KF 8832-85 x CK 176	Pink	32.9
CK 176	Pink	38.1			

\* a is the index of red in chromatic value

Table 3. Chi-square test for fitness in the F2 progeny to flower color of tobacco

Cross combination	Observed			Theoretical			Total	Hypothetical ratio	P
	P	V	W	P	V	W			
KF 8832-85 x KF 109	176	71	97	193.5	64.5	86.0	344	9 : 3 : 4	0.25-0.10
2KF 8832-85 x NC 82	109	26	53	105.8	35.2	47.0	188	9 : 3 : 4	0.25-0.10
KF 8832-85 x TC 499	127	49	53	128.8	42.9	57.3	229	9 : 3 : 4	0.75-0.50
KF 8832-85 x NC 567	155	46	69	151.9	50.6	67.5	270	9 : 3 : 4	0.90-0.75
KF 8832-85 x CK 176	161	48	65	154.1	51.4	68.5	274	9 : 3 : 4	0.75-0.50

P : Pink, V : Varigated, W : White.

다. 만약 분홍꽃이 흰꽃에 대하여 완전우성이라면 혼색꽃은 나타나지 않을 것이다. 이 혼색꽃은 모부 본과는 전혀 다른 표현형이며, 2개 대립유전자의 상호작용에 의하여 제조합된 유전자형인 것으로 추정된다(Fig.1). Fig.1과 같이 화색을 3가지로 구분하여 적색도인 a치를 조사한 결과 흰꽃은 -4~-2, 혼색꽃은 5~15, 분홍꽃은 20~40을 나타 내었다.

분홍꽃 : 혼색꽃 : 흰꽃에 대한 분리비의 적합성을 검정한 결과는 Table 3과 같다. 분홍꽃 : 혼색꽃 : 흰꽃의 분리비가 9 : 3 : 4이므로 꽃색의 유전에는 2개의 유전자가 관여하며, 1개의 유전자 좌의 열성인자형이 다른 유전자 좌의 대립유전자의 발현을 억제하는 열성상위 작용을 하는 것으로 추정된다. 이 분리비는 이론치와 실험치가 잘 일치 하므로 흰

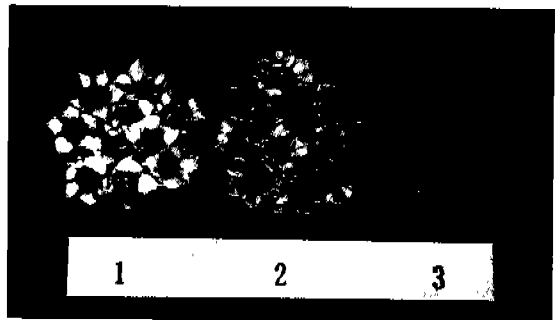


Fig. 1. Flower color in the F2 resulted a cross between a white and a pink variety of tobacco. (Value of a : 1 : White, -4~ -2, 2 : Varigated, 5~15, 3 : Pink, 20~40)

꽃은 분홍꽃에 대하여 열성이고 꽃색의 유전에는 2개의 유전자가 관여 한다고 한 Satyanarayana et al. (1982) 및 Valteau(1958)의 보고와 일치하였다.

만약 분홍꽃이 흰꽃에 대하여 완전 우성이라면 흰색꽃은 나오지 않을 것이나, 분홍꽃과 같은 비율로 나타났다. 분리세대인 F2와 같이 2개의 유전자가 관여 한다고 가정하고 분리를 검정한 결과 분홍꽃 : 흰색꽃 : 흰꽃이 1 : 1 : 2로 실험치와 이론치가 잘 일치 하였다.

3. 검정교배에서의 분리

검정교배 세대에서의 각 조합별 꽃색을 조사하여 분리의 적합성을 검정한 결과는 Table 4와 같다.

Table 4. Chi-square test for fitness in the test-cross progeny to flower color of tobacco

Cross combination	Observed			Theoretical			Total	Hypothetical ratio	P
	P	V	W	P	V	W			
KF 8832-85 x KF 109	37	31	72	35.0	35.0	70.0	140	1 : 1 : 2	0.75-0.50
KF 8832-85 x NC 82	38	29	69	34.0	34.0	68.0	136	1 : 1 : 2	0.75-0.50
KF 8832-85 x TC 499	41	44	99	46.0	46.0	92.0	184	1 : 1 : 2	0.75-0.50
KF 8832-85 x NC 567	59	52	95	51.5	51.5	103.0	206	1 : 1 : 2	0.50-0.25
KF 8832-85 x CK 176	54	45	105	51.0	51.0	102.0	204	1 : 1 : 2	0.75-0.50

P : Pink, V : Varigated, W : White.

4. 유전자의 모식도

1) F2에서의 모식도

꽃색에 관계하는 유전자를 2개로 가정하고, 분홍꽃의 유전자를 FFCC로 흰꽃은 ffcc로 하여 F2에 대한 유전양상을 도식화한 것은 Fig.2와 같다.

Fig. 2와 같이 F2에서는 유전자형이 9가지이나 표현형은 3가지로 분홍꽃 : 흰색꽃 : 흰꽃의 비율이 9 : 3 : 4로 분리되었다. 꽃색이 분홍이 되려면 우성 유전자인 F와 C가 동시에 존재하는 4가지이고, 흰색꽃에서는 F가 존재하나 C가 존재하지 않는 2가지이며, 흰꽃의 유전자형은 열성인 ff가 존재하는 3가지이다. 흰꽃중 유전자형으로 homo인것은 ffcc 뿐이고 hetero상태인 ffCc와 ffCC는 C가 존재하나 F 유전자좌의 열성인자형인 ff가 C 유전자좌의 C에 대하여 열성상위작용을 하여 흰꽃이 된것으로 생각된다. 그러므로 흰꽃에는 분홍꽃에 대하여 열성상위 유전자인 ff가 존재 하는것으로 추정된다.

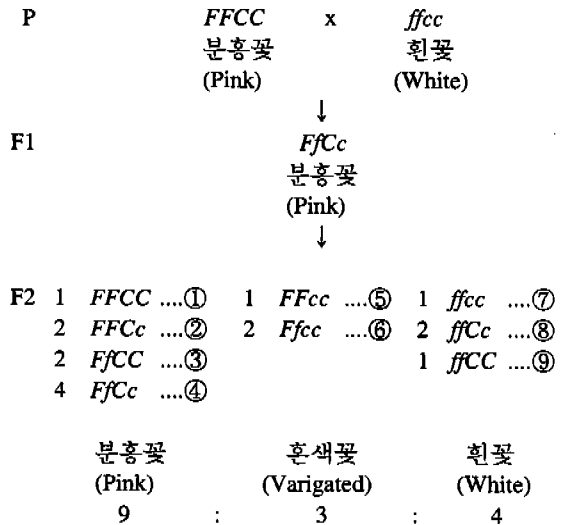


Fig. 2. Phenotype and genotype of flower color in the F2 of a cross between a white and a pink variety of tobacco.

2)점정교배에서의 도식도

검정교배한 세대에서의 유전양상을 F2와 동일한 방법으로 도식화한 것은 Fig.3과 같다.

검정교배한 세대에서의 분리는 분홍꽃 : 흰색꽃 : 흰꽃의 비율이 1 : 1 : 2로 나타났다. F2에서 추정된 분홍꽃은 유전자 *F*와 *C*가 동시에 존재하여야 되며, 흰색꽃은 *F*가 존재하나 *C*가 존재하지 않고, 흰꽃은 유전자형으로 homo인 *ffcc*와 *F*유전자좌의 열성인자형인 *ff*가 *C*유전자좌의 *C*에 대하여 열성상위작용을 나타내는 *ffCc*등 2종류이다. 그러므로 흰꽃중 절반은 분홍꽃에 대하여 열성상위작용을 나타내는 *ff*유전자를 가진 것으로 추정된다.

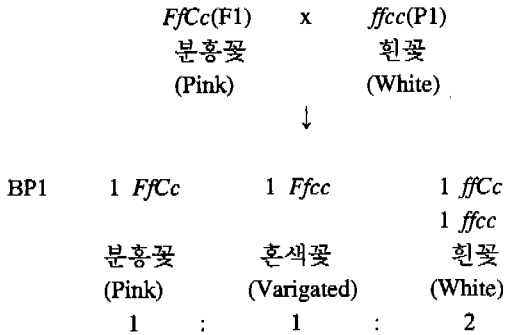


Fig. 3. Phenotype and genotype of flower color in the BP1 of a cross between a white and a pink variety of tobacco.

결 론

현재 재배되고 있는 연초 품종들의 꽃은 대부분이 분홍꽃이나 황색종 연초 들연변이 계통 KF 8832-85는 흰꽃이다. KF 8832-85에 분홍꽃이 피는 황색종 5품종을 교배하여 꽃색의 유전현상을 구명하였다. 각 조합의 F1은 모두 분홍꽃이 피어 흰꽃은 분홍꽃에 대하여 열성인것으로 나타났다. 분리세대인 F2와 BP1에서는 분홍꽃 : 흰색꽃 : 흰꽃이 각각 9 : 3 : 4와 1 : 1 : 2로 분리되어, 꽃색의 유전에는 2개의 유전자가 관여하는 것으로 나타났다. 유전자 기호를 분홍꽃은 *FfCc*, 흰꽃은 *ffcc*로 가정

하여 유전양상을 도식화 한 결과, *F*유전자좌의 열성인자형인 *ff*가 *C*유전자좌의 *C*에 대하여 열성상위작용을 하는 것으로 추정된다.

참 고 문 헌

1. Altamura, M. M., T. Archilietti, I. Capone and P. Costantino (1991) Histological analysis of the expression of *Agrobacterium rhizogenes* rolB-GUS gene fusions in transgenic tobacco. *New Phytol.* 118 : 69 - 78.
2. Ar-Rushdi, A. H.(1957) The cytogenetics of variegation in a species hybrid in *Nicotiana*. *Genetics* 42 : 312 - 325.
3. Brandle, J.E., M.J. Morrison, J. Hattori and B. L. Miki (1994) A comparison of two genes for sulfonyluera herbicide resistance in transgenic tobacco seedlings. *Crop Sci.* 34 : 226 - 229.
4. Burk, L. G. (1972) Viable hybrids from monosomics of *Nicotiana tabacum* by *N. langsdorffii*. *Tob. Sci.* 16 : 43 - 45.
5. Burns, J.A. and D.U. Gerstel (1967) Flower color variegation and instability of a block of heterochromatin in *Nicotiana*. *Genetics* 57 : 155 - 167.
6. Cameron, D.R. (1959) The monosomics of *Nicotiana tabacum*. *Tob. Sci.* 3 : 164 - 166.
7. 조수현 (1995) 황색종 연초 들연변이 계통 KF 8832-85의 특성. *한연지* 17 : 27 - 32.
8. Clausen, R. E. and D. R. Cameron (1944) Inheritance in *Nicotiana tabacum*. XVII. Monosomic analysis. *Genetics* 29 : 447 - 477.
9. Gerstel, D. U. and D. C. Parry (1973) Production and behavior of nullisomics in *Nicotiana tabacum*. *Tob. Sci.* 17 : 78 - 79.
10. Gerstel, D. U. and J. A. Burns (1966) Flower variegation in hybrids between *Nicotiana tabacum* and *N. otophora*. *Genetics* 53 : 551 - 567.
11. Gerstel, D. U. and J. A. Burns (1967) Phenotypic and chromosomal abnormalities associated with the introduction of heterochromatin from *Nicotiana*

- otophora* into *N. tabacum*. *J. Heredity* 57 : 126 - 128.
12. Gerstel, D. U. and J. A. Burns (1968) Flower variegation in *Nicotiana* hybrids : reproductive instability. *Tob. Sci.* 12 : 23 - 24.
  13. Kubo, T., M. Sato, H. Tomita and N. Kawashima (1982) Identification of the chromosome carrying the gene for *cis*-abienol production by the use of monosomics in *Nicotiana tabacum* L. *Tob. Sci.* 26 : 126 - 128.
  14. Sand, S.A. (1971) A mutable allele at the *E* locus in *Nicotiana*. *Genetics* 67 : 61 - 73.
  15. Satyanarayana, K.V., R. Lakshminarayana, K.V. Krishna Murthy and R.B. Narayana Rao (1982) Genetics of associated white flower and white seed characters in *Nicotiana tabacum* L. *Tob. Sci.* 26 : 121 - 123.
  16. Terrill, T.R., L.A. Link and R.G. Henderson (1984) Registration of VA 528 tobacco. *Crop Sci.* 24 : 620 - 621.
  17. Valleau, W.D. (1958) Genetic veinbanding— A white-flowered tobacco mutant. *Tob. Sci.* 2 : 20 - 22.
  18. Whitty, E.B., R.A. Hill, R. Christie, J.B. Young, J. A. Lindbo and W.G. Dougherty (1994) Field assessment of virus resistance in transgenic *Nicotiana tabacum* cv. burley 49 plants expressing tobacco etch virus sequences. *Tob. Sci.* 38 : 30 - 34.