

담배 모자이크 바이러스(TMV)병에 저항성인 황색종 연초신품종 KF114 육성

정운화*, 금완수¹, 조명조¹, 백기현², 신승구², 조수현³
한국인삼연초연구원 수원시험장¹, 음성시험장², 대구시험장³
(1995년 3월 28일 접수)

Breeding of Tobacco Mosaic Virus Resistant Flue-cured Tobacco Variety KF114

Yun Hwa Chung*, Wan Soo Keum¹, Myung Cho Cho¹, Ki Hyun Paik²
Seung Ku Shin² and Soo Heon Cho³
Korea Ginseng & Tobacco Research Institute,
Suwon Experiment Station¹, Umsong Experiment Station², Taegu Experiment Station³
(Received March 28, 1995)

ABSTRACT : Tobacco mosaic virus (TMV), TMV-common strain, causes severe damage on flue-cured tobacco in Korea. As the results, breeding programs were conducted to transfer the TMV resistance from NC567 to other cultivars. Advantage of F₁ hybrid may not lie only in their heterotic value but also in directly combining of valuable dominant traits, e.g. for disease resistance, either in pairs or as groups already assembled in the two parents. A new TMV resistant flue-cured tobacco variety KF114 was developed from a cross as maternal parent MSNC567 and NC82 at the Suwon Experiment Station. KF114 was more vigorous growth characteristics in early stage than that of NC82, standard variety in Korea, and other characters were similar to those of NC82. It os high resistance to TMV, but bacterial wilt (*Pseudomonas solanaceum*) and black shank (*Phytophthora parasitica* var. *nicotianae*) is comparable to NC82. It should adapt well to the flue-cured production area and can reduce premature flowering under unfavorable weather conditions. Yield of KF114 is 1% to 5% higher, and nearly equal in value per KG compared with NC82. This variety, F₁ hybrid, met acceptable standards for chemical and physical characteristics of cured leaf and high ranked good smoking taste by panel members in Korea Ginseng and Tobacco Research Institute.

Key words : TMV resistance, F₁ hybrid, Cytoplasmic male sterile

* 연락저자 : 440 - 600, 수원시 권선구 당수동 434번지, 수원우체국 사서함 59호 한국인삼연초연구원 수원시험장

* Corresponding Author : Korea Ginseng & Tobacco Research Institute
Suwon Experiment Station, Suwon P.O.Box 59, 434 Dangsoo-Dong, Kwonsun-Ku, Suwon
440 - 600, Korea.

육성경위

담배모자이크병(Tobacco Mosaic Virus ; TMV)은 황색종 연초 산지에서 가장 문제시되는 병으로 조사되었고(朴 등, 1978, 1988 : 孫 등, 1989, 1990), 1993년 주요 황색종 산지의 TMV 상습발병지역을 조사한 결과에 의하면 평균 발병주율이 45.2%로 해마다 증가되며 그 결과 수량과 품질에 큰 피해를 주고 있다(朴 등, 1993). TMV방제는 경종적 방법이나 화학적 방법으로는 한계가 있어 저항성품종육성이 시급한 실정이다.

지금까지 TMV 방제를 위한 수단으로 우유처리법(Apple et al. 1963 : 朴 등, 1989), 교차보호법(Gooding, 1981 : 朴 등, 1988)과 계면활성제이용(洪 등, 1990) 등이 보고되었으나 농민들의 이해부족과 실질적인 실용화가 뒤따르지 못하여 TMV에 의한 피해는 줄어들지 않고 있다. 또한 분자생물학의 발전으로 Powell Abel 등(1986)과 Beachet 등(1990)에 의하여 TMV의 외피단백질(coat protein) 유전자를 연초 식물에 형질전환 시킴으로써 TMV에 대한 저항성을 향상시킬 수 있는 가능성을 보여주고 있으나 재배 품종으로 육성되기엔 상당한 시간이 소요될 것으로 보인다.

따라서 관행육종법으로는 육종년한이 길고, 단일 유전자를 조기에 활용하고자 할 때에 주로 옹성불임 계통을 이용한 F₁ 잡종이 활용된다. 자가수정작물의 F₁ 이용은 주로 대량 종자 생산이 경제적이고 특정 형질의 도입이 용이하며 수량과 품질 면에서 유리할 때 활용된다(Chaplin, 1964, 1965, 1966). 최초의 TMV저항성 품종 Vamorr48과 Vamorr50(Henderson, 1949)은 이병성 품종에 비하여 수량저하와 병 저항성이 약하여 널리 보급되지 못하였다. 그러나 연초에 있어서 세포질적 옹성불임계통은 편리한 교배모본으로 활용될 수 있다고 보고 하였다(Legg et al. 1974 : 李 등, 1979 : 鄭 등, 1982).

TMV저항성 품종 가운데 품질이 가장 우수한 NC 567을 세포질적 옹성불임 계통으로 육성하여 1992년에 NC82와 인공교배하여 TMV저항성 F₁인 KF114를 육성하였다. 따라서 KF114의 육성경과와 제반 특성을 황색종 주종품종인 NC82와 비교하여 보고코자 한다.

KF114는 한국인삼연초연구원 연초 신품종육성 연구팀이 1986년부터 *N. debneyi* Source의 MSNC82와 TMV에 저항성인 NC567을 인공교배하여 1991년까지 계속 여교배로 육성한 MSNC567을 모본으로 하여 양질, 내병, 조숙 및 건조가 용이한 NC82를 교배하여 F₁ 잡종을 육성하였다.

KF114의 육성과정은 그림 1과 같으며, 1992년 인공교배후 TMV검정에서 저항성으로 확인되어 KF114로 계통명을 부여하였다. 1993년-1994년 생산력 검정시험 및 산지실증시험 결과 생육특성, 수량 및 Kg당 가격이 NC82와 대등하고 초기생육이 왕성하며 깃미가 양호하여 우량계통으로 인정되었다. 또한 충주, 예천, 증평, 안동에서 산지실증시험을 한 결과, TMV저항성 품종으로 경작인들의 반응이 좋고 재배관리가 편리하며 농가에서 선호하고 있기에 1995년 우량계통 산지적응재배로 충북증평과 충남천안 산지에 보급하게 되었다. KF114는 세포질적 옹성불임이기 때문에 종자가 맺지 않아 농가에서 채종할 수 없으므로 육성기관인 한국인삼연초연구원에서만 채종이 가능하다.

주요 특성

1. 교배친과 F₁ 잡종의 TMV 검정

교배친으로 이용된 MSN567, NC82 및 F₁ 잡종의 TMV 검정결과는 표1과 같다. 교배 모본인 MSNC567은 *N. debneyi* source의 세포질적 옹성불임계통으로 BC₅세대에서 TMV저항성 유전자형인 NN으로 hypersensitive type의 저항성이었고, NC82는 nn으로 감수성이며 F₁ 잡종인 KF114는 인자형이 heterozygous 상태인 Nn으로 저항성을 나타내었다.

2. 생육특성 및 내병성

KF114는 TMV 저항성 품종으로 육성되어 보급된 품종이며(그림 3), 생육특성은 표 2와 같다. KF114는 NC82에 비하여 초기생육이 왕성하고 간장이 10cm 정도 크며, 수확엽수와 최대엽장폭은 비슷하고 개화일수는 62일로 빠른 편이었다. 절충말칭 재배시

Year	Breeding Process	Remark
1986	MSNC82 (<i>N.debneyi</i>) × NC567 ↓ MS F ₁ hybrid	
1987	MS F ₁ hybrid × NC567 The source of the TMV resistance was NC567, and MSNC567 was made by backcrossing method from BC ₁ to BC ₅ .	Backcrossing
1991	MSNC567	Cytoplasmic male sterile, TMV resistant variety
1992	MSNC567 × NC82 ↓ KF114	Named as KF114
1993	Performance Test Regional Farm Test	
1994	Performance Test Regional Farm Test	
1995	Regional Farm Test, released	

Fig. 1. Breeding process of a new TMV resistant flue-cured tobacco variety KF114.

Table 1. Reaction of parents or F₁ hybrid to the inoculation of TMV

Cultivar or Line	Reaction to TMV	Genotypes
MSNC567 (P ₁)	Local lesions on inoculated leaves without systemic symptom	NN NN
NC82 (P ₂)	systemic mosaic	nn
(MSNC567 × NC82)F ₁	Local lesions on inoculated leaves without systemic symptom	Nn

문제시되는 조기발육을 조사는 인위적으로 이식묘를 18℃의 저온에서 8시간 광주건으로 인공광실에서 14일간 처리후 포장에 이식하여 조기발육된 주수를 계산하였다. 그 결과 KF114는 NC82보다 저온단일 조건에서 다소 둔감한 편이었다.

주요 병해검정 결과는 표 3과 같다. 세균성 마름병

(입고병) 검정은 입고병균(*Pseudomonas solanacearum*)으로 오염된 포장에서, 역병(*Phytophthora parasitica* var. *nicotianae*)은 실내검정으로 28℃의 환경조절실에서 접종하여 3주간 처리되었고 KF114는 NC82보다 입고병과 역병에서 다소 약하게 나타났으며 담배 모자이크병(TMV)에는 저항성으로 나타났다.



Fig. 2. Phenotype of a new TMV resistant flue-cured tobacco variety KF114 under the natural field conditions.

Table 2. Comparison of agronomic characteristics and rate of premature flowering plants between KF114 and NC82, 1993 - 1994

Variety	Stalk	Harvested leaves	Largest leaf		Days to flower	Rate of PF*
	Height		Length	Width		
	cm	no.	cm			%
NC 82	104	18.8	57.2	28.7	62	37.5
KF 114	113	18.9	57.2	29.1	62	26.5

* PF : Premature flowering

Note : The tobacco plants in 8-leaf stage treated with low temperature of 18°C and 8-hour illuminating of 30 Klux a day for 2 weeks in Phytotron, and then transplanted in field.

Table 3. Comparison of disease resistance between KF114 and NC82, 1993 - 1994

Variety	Bacterial wilt*	Black shank**	Tobacco Mosaic Virus
NC 82	60%	35%	Susceptible
KF 114	64%	40%	Resistant

* : Resistance was screened under the natural field conditions infested with the pathogen.

** : Transplants were inoculated with *P. parasitica* Var. *nicotiane*, and were kept in environmental chamber at 28°C for 3 weeks. The resistance was evaluated by percent of infested plants.

3. 물리성 및 내용성분

원료엽의 부풀성, 연소시간 및 내용성분은 표 4와 같고, KF114는 NC82와 비교하여 물리적 특성이 비슷하였다. 내용성분에서 Nicotine 함량은 KF114가 3.06%로 NC82의 2.82%보다 약간 높고 환원당 함량과 전질소함량은 비슷하게 나타났다. 특히 KF114는 내용성분의 균형을 나타내는 환원당/니코틴의 비가 5.3으로 나타났고, 전질소/니코틴의 비는 0.73으로 나타났다. 따라서 KF114의 원료엽은 물리적 특성과 내용성분에서 바람직한 균형을 나타내고 있었다.

4. 수량 및 KG당 가격

KF114의 수량, Kg당 가격 및 10a당 대금은 표준 품종 NC82를 기준하여 지수로 나타낸 결과는 표 5와 같다. KF114의 Kg당 가격은 NC82와 대등하였고, 수량은 1% 정도 증수되어 그 결과 10a당 대금에서도 1% 높게 나타났다. 이상의 결과로 볼때 KF114는 NC82의 수량과 품질을 유지하면서 TMV 저항성을 도입시킨 바람직한 품종으로 생각된다.

Table 4. Comparison of physical properties and chemical compositions between KF114 and NC82, 1993-1994

Variety	filling value	Duration of burn	Nicotine	Reducing sugar	Total nitrogen	R - S/ Nic.	T - N/ Nic.
	cc/g	ms/3cm	----- % -----				
NC 82	4.44	7' 31"	2.82	16.5	2.16	5.9	0.78
KF 114	4.56	7' 35"	3.06	15.9	2.19	5.3	0.73

R - S : Reducing Sugar, T - N : Total Nitrogen, Nic. : Nicotine

Table 5. Comparison of yield, price and value between KF114 and NC82 in the Official Variety Test, 1993 - 1994

Variety	Yield	Price	Value
	-----	index -----	-----
NC 82	100	100	100
KF 114	101	100	101

Table 6. Comparative evaluation for smoking taste of KF113, NC82 and KF114, 1994

Variety	No. of good scoring	Ranking ¹
NC 82	3	2
KF 113	6	1
KF 114	6	1

* : The test was made by 15 panel members in Korea Ginseng & Tobacco Research Institute.

5. 꺾 미

원료엽의 꺾미는 최종 평가로 표 6과 같이 한국 인삼연초연구원 시킴위원들에 의해서 검정되었으며 KF114의 꺾미가 NC82보다 우수하였다.

6. 산지실증시험

산지실증시험에서 KF114는 NC82에 비하여 초기 생육이 왕성하고 간장은 25cm정도 크고 엽수와 엽

장폭은 비슷하며 개화일수는 1일정도 늦은 편이었다. KF114의 Kg당 가격은 NC82와 대등하고 수량은 5% 증수되는 TMV저항성 품종이었다. 이러한 결과는 생산력 검정시험의 결과와 거의 같은 경향이였다. 또한 개화기때 TMV 상습발병 포지에서 조사된 (표 8) TMV발병주율은 NC82가 총주에서 33.7%, 안동에서 18.1% 평균 25.9%의 발병주율을 보인 반면, KF 114는 양지역에서 단 한 포기의 피해주도 없었다.

Table 7. Results of the flue-cured regional farm test of KF114 and NC82, 1994

Variety	Stalk	Harvested leaves	Largest leaf		Days to flower	Yield	Price
	Height		Length	Width			
	cm	no.	cm	cm		index	
NC 82	90	18.0	62	31	61	100	100
KF 114	115	18.3	62	32	62	105	100

Table 8. Occurrence of mosaic disease (TMV) of tobacco plants var. NC82 and KF114 when transplanted in farmers' fields having chronic problem with the virus.

	Location		Infection (%)
	Chungju	Andong	
NC 82	105/312*	57/315	25.9
KF 114	0/300	0/300	0

* No. of plants appeared visual mosaic symptom/No. of plant observed at flowering stage.

고 찰

TMV-common strain 접종에 의해 교배친을 검정한 결과 MSNC567은 *N. glutinosa* 유래 N인자에 의한 hypersensitive 반응으로 접종엽에 국부반점 (local-lesion)을 형성하였고, 이병성 동형접합체 (homozygous) 품종인 NC82는 인자형이 nn형태로 necrosis 현상을 나타내지 않았다. F₁ 잡종인 KF114는 단일 우성인자(Single dominant gene)에 의해서 지배되는 유전양상과 잘 일치하고 있었다(표 1). Chaplin 등 (1961)은 일반적으로 TMV의 저항성인자가 장간종에서 키를 감소시키고, 다난종은 키를 증가시키는 경향으로 교배친 품종보다 초장에서 변이가 적다고 하였다. 또한 N인자와 연관된 다른 유전자들은 개화일수와 액아량에서 연속적인 영향이 없고, 수확엽수와 수량은 감소된다고 하였다. *N. glutinosa*에서 유래된 저항성이 다른 형질과 관련되어 황색종 연초의 수량과 품질에 악 영향을 미치는지 아니면 바람직하지 않은 외관형질에 관련되는지 의문을 제기하였다 (Apple et al. 1963).

미국 Virginia 농업시험장에서 육성된 TMV저항성 품종 Vamorr 48과 Vamorr 50 (Henderson 1949)은 입고병과 역병에 약하고 수량성이 저하되어 미국 황색종 산지에 널리 보급되지 못하였으나, KF114는 입고병과 역병에서 황색종 주종품종인 NC82와 비슷하며 TMV에는 저항성으로 나타나 기대되는 품종이다 (표 3). 특히 내용성분의 균형을 나타내는 환원당/니코틴의 비는 5.3이고 전질소/니코틴의 비는 0.73으로 바람직한 범위에 있었다 (표 4). 이러한 결과는 Jones과 Kenyon (1961)의 보고에서 환원당/니코틴의 비는 5.0~8.0 범위가 바람직하며 그 비율이 낮으면 짝미가 자극적이고 비율이 높으면 짝연자들이 순한 맛을 느낀다고 하였다. 또한 전질소/니코틴의 비는 0.73으로 <1.0 보다 낮게 나타나 바람직한 균형상태를 이루어 짝미 검정에서도 양호하게 평가되었다 (표 6).

Chaplin and Gooding(1969)은 담배 식물이 이식 후 초기에 TMV에 감염되었을 때 수량과 품질저하가 각 30% 및 50%로 나타나고 또한 건엽의 품질지수는 TMV 감염시기에 따라서 더욱 크게 영향을 미친다고 하였다.

TMV에 감염된 황색종의 건엽은 전질소 함량이 높고 환원당과 Starch 함량은 낮아지며 Total alkaloid 함량은 TMV 감염에 의해서 변화되지 않는다고 하였으나(Harman et al. 1970), Weybrew et al(1953)은 TMV에 감염된 식물체가 건전주 보다 Nicotine 함량이 적다고 하였다.

세포질적 응성불임은 세포질과 유전자의 상호작용으로 *Nicotiana*속의 연속적인 종간교배에서 유기된다. 응성불임 F₁ 잡종 이용은 임성 교배친의 제육에 필요한 노력을 절감할 수 있는 경제적인 방법으로 활용될 수 있다. Clayton (1950)은 *N. debneyi*와 *N.*

*megaloshipon*에서 유기된 세포질적 응성불임 계통이 이들의 임성품종과 비교하여 종자생산과 생육특성에서 다른 저해요인과 관련되어 있지 않다고 보고하므로, KF114 또한 *N. debneyi* source로써 양질품종을 교배친으로 할 때 세포질적 응성불임 계통의 TMV 저항성 품종이 TMV 이병산지에 보급되어 그 효과가 기대된다.

결 론

황색종 연초 신품종 KF114는 응성불임 계통인 MSNC567과 NC82를 교배한 F₁ 잡종으로 한국인삼연초연구원 육종연구팀에 의해 육성되었다. 1993년-1994년에 생산력 검정시험 및 산지실증시험을 거쳐 TMV에 저항성 품종으로 1995년 우량계통 산지적 응재배에 보급되었다.

KF114는 NC82에 비하여 초기생육이 왕성하고 생육특성이 대등하며 저온단일에 둔감하여 조기발육이 낮은 품종이며, 입고병과 역병 저항성은 비슷하나 TMV에는 저항성이었다. KF114의 kg당 가격은 NC82와 대등하고 원료엽의 물리성 및 내용성분은 비슷하였지만, 수량은 1~5% 증수되었고 껍미는 양호하였다.

참 고 문 헌

- Apple, J. L., J. F. Chaplin and T. J. Mann (1963) Comparison of the *Nicotiana glutinosa* resistance factor and milk in controlling mosaic of flue-cured tobacco. *Tob. Sci.* 7 : 46 - 53.
- Beachy, R. N., Loesch-Fries S. and Tumer, N. E. (1990) Coat protein-mediated resistance against virus infection. *Annu. Rev. Phytopathol.* 18 : 451 - 474.
- Chaplin, J. F., T. J. Mann and J. L. Apple (1961) Some effects of the *Nicotiana glutinosa* type of mosaic resistance on agronomic characters of flue-cured tobacco. *Tob. Sci.* 5 : 80 - 83.
- Chaplin, J. F. (1964) Use of male sterile tobaccos in the production of hybrid seed. *Tob. Sci.* 8 : 105 - 109.
- Chaplin, J. F. (1965) Agronomic and chemical characteristics of male sterile flue-cured tobacco as influenced by cytoplasm of different *Nicotiana* species. *Crop. Sci.* 5 : 436 - 438.
- Chaplin, J. F. (1966) Comparative performance of F₁ flue-cured tobacco hybrids and their parents. 1. Agronomic and quality characteristics. *Tob. Sci.* 6 : 126 - 130.
- Chaplin, J. F. and Gooding, G. V. (1969) Reaction of diverse *Nicotiana tabacum* germplasm to tobacco mosaic virus. *Tob. Sci.* 13 : 130 - 133.
- 정윤화, 황주광, 이승철, 손세호 (1982) 황색종 담배에 있어서 세포질적 응성불임계통의 특성. *한국육종학회지* 14 : 6 - 10.
- Clayton, E. E. (1950) Male-sterile tobacco. *J. Heredity* 41 : 171 - 175.
- Gooding, G. V., Jr. (1981) Control of tobacco mosaic virus on flue-cured tobacco by cross protection. *Tob. Sci.* 25 : 40 - 41.
- Harman, G. E., G. V. Gooding, Jr. and T. T. Hebert (1970) Effect of tobacco mosaic virus infection on some chemical constituents of flue-cured tobacco. *Tob. Sci.* 14 : 138 - 140.
- Henderson, R. G. (1949) Vamorr 48 and 50 ; two flue-cured tobacco varieties resistant to mosaic and root-rot. *Va. Agric. Exp. Sta. Bull.* 427.
- Holmes, F. O. (1938) Inheritance of resistance to tobacco mosaic on tobacco. *Phytopathology* 28 : 553 - 561.
- 홍순근, 손준수, 박은경, 이영근, 오명희, 강여규 (1990) 연초병해충의 생리생태적 특성구명 및 방제법 개발. *담배연구 보고서(경작분야 환경편)* p.135 - 205. 한국인삼연초연구소
- Jones, G. L. and J. M. Kenyon (1961) Measured crop performance : Tobacco, NCSC, Res. Report No. 29.
- 이승철, 정윤화, 이상하 (1979) Burley종의 세포질적 응성불임계통의 특성과 이용. *한국연초학회지* 1 : 46 - 50.
- Legg, P. D., G. B. Collins and C. C. Litton (1974) Cytoplasmic male sterility and the utilization of

- hybrids in burley tobacco (*N. tabacum* L.). Tob. Sci. 18 : 160 - 162.
18. 손준수, 김정화, 박은경, 이영근, 오명희, 강여규 (1989) 연초병해충의 생리 생태적 특성구명 및 방제법 개발, 담배연구보고서(경작분야 환경편) p.143 - 218., 한국인삼연초연구소
 19. 박은경, 김정화, 손준수, 김상석, 이영근, 오명희, 강여규 (1987) 연초병충발생기작 및 방제연구, 담배연구보고서(경작분야 환경편) p. 225 - 245., 한국인삼연초연구소
 20. 박은경, 손준수, 이영근, 강여규, 오명희 (1988) 연초병해충발생기작 및 방제연구, 담배연구보고서(경작분야 환경편) p.159 - 263., 한국인삼연초연구소
 21. 박은경, 이영근, 김정화 (1989) 연초바이러스병 방제도해, p.5 - 28. 한국인삼연초연구소
 22. 박은경, 김남원, 박성원, 이청호, 이기원, 이영기 (1993) 유전자조작에 의한 연초의 형질전환 연구, 담배연구보고서(연초경작 환경편) p.145 - 190, 한국인삼연초연구원
 23. Powell, Abel P. A., Nelson, R. S., Hoffman N., Rogers, S. G., Fraley, R. T. and Beachy, R. N. (1986) Delay of disease development in transgenic plant that express the tobacco mosaic virus coat protein gene. Science 232 : 738 - 743.
 24. Weybrew, J. A. (1953) Factors affecting the nicotine content of flue-cured tobacco. NCSC, Res. Report No.8.