

연초의 약배양 및 종간교배에 의한 반수체 배가계통의 특성

금완수 · 이승철 · 김달웅*

한국인삼연초연구소 경작시험장, 경북대학교 농과대학*

Characterization of Androgenic and Gynogenic Doubled Haploids from Inbred Cultivars

Wan Soon Keum, Seung Chul Lee, Dal Ung Kim*

Agronomy Experiment Station, Korea Ginseng & Tobacco Research Institute,
Suweon, Korea

College of Agriculture, Kyungpook National University, Taegu, Korea*
(Received Apr. 29, 1988)

ABSTRACT

Ten anther-derived doubled haploid (ADH) and 10 maternally-derived doubled haploid lines (MDH) from NC 2326 were evaluated in the field to compare their performance.

Both anther-derived doubled haploid and maternally-derived doubled haploid lines were agronomically inferior to selfed parental variety for many parameters, but the degree of inferiority of the MDH lines were not significantly different from the selfed parental variety for any character investigated. The inferiority of the ADH lines were, however, significantly different from the selfed parental variety for yield, leaf length and width, and days to flower.

서 론

재료 및 방법

연초 (*Nicotina tabacum*)에 있어서 약배양에 의한 반수체 육종법은 1967년 Bourgin과 Nitsch²⁾가 약배양으로 반수체 식물을 유기한 이후 부터 발전되었다. 그러나 약배양에 의한 반수체 배가계통은 관행 육성계통에 비하여 수량이 저하되는 큰 문제점으로 지적되고 있다.^{1,3-6,11,12,15,24,26,27)} 중간교배에 의한 반수체 식물은 1924년 부터 유기된다는 많은 보고가 있었으나^{8,9,21,22)} 반수체의 출현빈도가 너무 낮고 판별에 어려운 점이 있어서 연초육종에 실용적으로 이용되지 못하였다. 그러던중 1979년 Burk등⁷⁾이 *N. tabacum*과 *N. africana*를 중간교배하여 육종에 실용적으로 이용할 수 있을 정도의 반수체 식물을 얻을 수 있다고 하였다. 그후 연초육종가들은 *N. africana*를 이용한 반수체 육종법을 연초육종에 실용화 시켰다.

따라서 본 시험은 반수체 육종법의 효율성을 검토하기 위하여 약배양 및 중간교배에 의한 반수체 배가계통의 특성을 비교하였던 바 얻은 결과를 보고코자 하는 바이다.

공시재료는 황색종 연초품종 NC 2326과 이 품종의 약배양²⁵⁾ 및 *N. africana*와의 중간교배⁷⁾로 육성한 반수체 식물을 조직배양법¹⁸⁾으로 염색체를 배가시킨 각 10계통을 사용하였다.

재배방법은 1986년 2월 28일 온실에서 파종하여 4월 18일 비닐개량말칭으로 본포에 이식하였다. 시험구 배치는 난괴법 4반복으로 하였고, 주당주수는 10주로 하였다. 재식거리는 90 × 45 cm, 시비량은 10a 당 연초용 복합비료 100kg을 사용하였다. 생육특성은 한국인삼연초연구소 조사 기준에 준하였고¹⁶⁾, 화학적 특성인 nicotine과 전당함량은 자동분석기(Technicon Auto Analyzer II)로, 그리고 전질소함량은 개량킬달법¹⁷⁾에 의하여 분석하였다.

결과 및 고찰

황색종 연초품종 NC 2326과 이 품종의 약배양으로 얻은 반수체 배가계통 및 *N. africana*와의 중간교배로 얻은 반수체 배가계통에 대한 특성변이 및 유의성을 검정한 결과는 표 1과 같다. 형질

Table 1. Means and range of traits of dihaploid lines from flue-cured tobacco variety NC2326

	Plant height (cm)	Leaves per plant	Leaf length (cm)	Leaf width (cm)	Days to flower	Yield (kg/10 a)	Nicotine (%)	Total sugar (%)	Total nitrogen (%)
Parent (P) NC 2326	139.3	18.5	48.6	25.2	60.3	209.9	2.44	22.4	1.49
NC 2326-ADH									
High (H)	144.5	19.6	48.3	25.6	64.8	208.2	2.71	24.2	1.99
Low (L)	121.9	16.6	44.2	21.8	60.3	167.2	2.08	22.7	1.47
Mean (M)	135.4	18.6	45.9	23.9	61.8	190.3	2.32	23.2	1.63
H/L × 100	118.4	118.1	109.3	117.4	107.5	124.5	130.2	106.6	135.4
M/P × 100	97.2	100.5	94.4	94.8	102.5	90.7	95.1	103.6	109.4
NC 2326-MDH									
High (H)	144.8	19.8	50.1	25.8	62.5	222.0	2.81	24.7	1.72
Low (L)	131.5	16.6	45.8	23.8	59.8	181.8	2.16	22.2	1.38
Mean (M)	137.2	17.9	47.2	24.8	60.7	199.0	2.46	23.2	1.57
H/L × 100	110.1	119.3	109.3	110.7	104.5	122.1	130.1	111.3	124.6
M/P × 100	98.5	96.8	97.1	98.4	100.7	94.8	100.8	103.6	105.4
MDH.M/ADH.M × 100	101.3	96.2	102.8	103.8	98.2	104.6	106.0	100.0	96.3

* ADH : Anther-derived doubled haploid.
MDH : Maternally-derived doubled haploid.

Table 2. Test of significance of measured traits

	Plant height	Leaves per plant	Leaf length	Leaf width	Days to flower	Yield	Nicotine	Total sugar	Total nitrogen
Within family									
ADH ¹⁾	**	**	NS	**	**	*	**	NS	NS
MDH ²⁾	NS	**	*	NS	*	NS	**	**	NS
Between family									
NC 2326 vs. ADH	NS	NS	*	*	**	*	NS	NS	NS
NC 2326 vs. ADH	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
ADH vs. MDH	NS	NS	NS	NS	**	NS	NS	NS	NS

*, ** : Significant at the 0.05 and 0.01 level of probability respectively

1) ADH : Anther-derived doubled haploid

2) MDH : Maternally-derived doubled haploid

별로 그 최대치와 최소치의 변이폭을 보면 ADH 계통은 nicotine 함량이 30.2%, 수량이 24.5%, 초장이 18.4%, 엽수가 18.1%, 엽폭이 17.4%, 개화일수가 7.5%로 각각 5% 및 1%수준에서 유의성이 인정되었고 엽장 전당 및 전질소함량의 변이폭은 6.6~35.4%이었으나 유의성은 인정되지 않았다.

MDH계통의 변이폭은 nicotine 함량이 30.1% 엽수가 19.3%, 전당함량이 11.3%, 엽장이 9.3%, 개화일수가 4.5%로 각각 5% 및 1% 수준에서 유의성이 인정되었으며 엽폭, 수량, 전질소함량의 변이폭은 10.1~24.6%이었으나 유의성은 인정되지 않았다.

반수체 육성방법별 반수체 배가계통의 특성에서 평균치를 원품종과 비교하면 ADH계통은 수량이 9.3%, 엽장이 5.6%, 엽폭이 5.2% 감소, 그리고 개화일수는 2.5% 길어지는 방향으로 5% 및 1%수준의 유의한 차이가 인정되었다. 반면에 MDH계통은 조사한 모든 특성에서 원품종에 비하여 0.7~5.4%로 증가 또는 감소의 방향이나 유의성은 인정되지 않았다.

반수체 육성방법별 배가계통의 평균치를 상호 비교해 보면 MDH계통은 ADH계통에 비하여 개화일수가 1.1일 짧게 나타났으며 그 외의 특성들은

유의한 차이가 인정되지 않았으나 초장, 엽장, 엽폭, 수량, nicotine 함량등이 1.3~6.0% 증가하였으며 엽수와 전질소 함량은 각각 3.8% 및 3.7%감소하는 방향이었다.

표 3은 반수체 육성방법별로 배가계통의 특성을 원품종과 비교하여 증가 또는 감소의 방향으로 각각 유의한 차이를 나타내는 계통수를 조사한 것이다.

원품종에 비하여 증가하는 계통이 감소하는 감소하는 계통보다 더 많이 나타난 특성은 ADH계통의 경우 엽수와 개화일수였으며 MDH계통에서는 전당함량이었고 유의한 차이를 나타내는 계통이 없는 특성은 ADH계통의 전질소함량과 MDH계통의 초장, 엽폭, 전질소함량이었고 그 외의 특성들은 두가지 육성방법에서 모두 감소되는 계통수가 많았다. 또한 ADH계통은 MDH계통에 비하여 엽수, 개화일수에서는 원품종보다 증가하는 계통이 현저히 많은 반면에 초장, 엽장, 엽폭, 수량, nicotine 함량등은 감소되는 계통수 많았다.

ADH계통간에 수량, 초장, 엽수, 엽폭, 개화일수, nicotine 함량등의 특성변이가 인정되며 원품종에 비하여 수량 및 수량구성요인 엽장과 엽폭이 감소되고 개화기가 늦은 계통이 많이 나타난 것은 Burk 등⁵⁾, Oinuma와 Yoshida²⁶⁾,

Table 3. Dihaploid performance compared with that of NC2326 parent tobacco cultivar.

	Plant height	Leaves per plant	Leaf length	Leaf width	Days to flower	Yield	Nicotine	Total sugar	Total nitrogen
ADH Family									
Greater*	0	4	0	0	5	0	1	1	0
Not different	8	3	4	4	5	7	6	9	10
Less*	2	3	6	6	0	3	3	0	0
MDH Family									
Greater*	0	1	0	0	1	0	1	3	0
Not different	10	6	9	10	9	9	8	7	10
Less*	0	3	1	0	0	1	1	0	0

* Significantly different at 0.05 level of probability.

Collins 등^{11,12)}, Burk와 Matzinger⁶⁾, De paepe 등¹⁵⁾, Arcia 등¹⁾, 이 등²⁴⁾, Brown과 Wernsman³⁾, Brown 등⁴⁾, Shnell과 Wernsman²⁷⁾ 등의 보고와 대개 일치하는 경향이다.

MDH계통에 있어서 특성의 평균치는 조사한 모든 형질에서 원품종과의 차이가 인정되지 않았는데 이러한 결과는 Wernsman 등²⁹⁾과 Kuma-shiro와 Oinuma²³⁾의 보고와 일치하는 경향이다.

약배양에 의한 반수체 육종법에 있어서 가장 문제가 되고 있는 생육특성의 저하에 있어서 MDH계통은 ADH계통에 비하여 유의한 증가를 나타내지는 않았다. 그러나 원품종에 비하여 ADH계통의 수량은 9.3%, 엽장은 5.6%, 엽폭은 5.2%의 유의한 감소를 나타낸 반면에 MDH계통은 원품종에 비하여 수량 5.2%, 엽장 2.9%, 엽폭 1.6%의 감소로 그 감소폭이 적고 유의성이 인정되지 않는 것으로 보아 약배양보다는 중간교배에 의한 반수체 육종방법이 수량 및 생육특성에 있어서 더 유리할 것으로 고찰된다.

ADH계통의 수량 및 생육특성이 저하되는 원인에 대해서는 반수체의 염색체 배가시 Colchicine 처리에 의한 돌연변이설이 있으나^{14,18)}, Collins

등¹¹⁾, Burk와 Matzinger⁶⁾ 등이 자연적으로 배가된 계통들의 수량 및 생육특성도 저하된다고 하였다. ADH계통의 완전한 동형접합성에 의한 근교약세설에 대해서는 Brown 등⁴⁾이 ADH계통을 다시 약배양한 ADH계통에 있어서도 생육저하가 일어난다고 하였다. 또한 Burk와 Matzinger⁶⁾는 15세대나 자식한 품종을 재료로 한 ADH계통의 생육저하를 근교약세설로 설명할 수는 없다고 하였다. Arcia 등¹⁾, Oinuma와 Yoshida²⁶⁾는 ADH계통의 생육저하를 반수체 유기과정중에서 일어날 수 있는 돌연변이에 기인되었을 가능성이 크다고 하였다. 그러나 이 설로는 본 시험에서와 같이 약배양 과정을 거치지 않았던 MDH계통간에도 특성변이가 인정되는 것을 설명할 수 없는 것으로 고찰된다.

화학적 특성에 있어서는 ADH계통의 경우 nicotine 함량의 평균치가 원품종에 비하여 저하하는 경향이나 유의성은 인정되지 않았다. 이러한 결과는 차이가 없거나 적은 편이라고 한 보고^{1,4,8,13,20,28)}와 같은 경향이다. 전당과 전질소함량은 원품종에 비하여 증가하는 경향이나 유의성은 인정되지 않았는데 이러한 결과는 Burk와 Matzinger⁶⁾, Arcia 등¹⁾, Shnell 등²⁸⁾이 차이가 없다고 한 보고와 비슷한 경향이다.

MDH계통에 있어서는 nicotine 및 전질소함량의 평균치가 원품종에 비하여 증가하는 경향이나 유의성은 인정되지 않았는데 이러한 결과는 Wernsman 등²⁹⁾의 보고와 일치하였다.

결 론

황색종 연초품종 NC 2326의 약배양 및 *N. africana*와의 중간교배로 얻은 각 10계통의 반수체 배가계통의 특성을 비교하였던 바 얻은 결과는 다음과 같다.

1. 약배양 및 중간교배에 의한 반수체 배가계통의 특성 평균치는 원품종의 평균치에 모두 저하되는 경향이다.
2. 약배양에 의한 반수체 배가통은 원품종에 비하여 엽장, 엽폭, 개화일수, 수량등의 형질이 유의성이 인정되는 감소를 나타내었으나 중간교배에 의한 반수체 배가계통은 원품종과 유의한 차이가 인정되지 않았다.

참 고 문 헌

1. Aricia, M. A., E. A. Wernsman and L. C. Burk, *Crop Sci.*, 18:413-418 (1978).
2. Bourgin, J. P. and J. P. Nitsch, *Ann. physiol. Veg.*, 9:377-382 (1967).
3. Brown, J. S. and E. A. Wernsman, *Crop Sci.*, 22:1-5 (1982).
4. Brown, J. S., E. A. Wernsman and R. J. Schnell, *Crop Sci.*, 23:729-733 (1983).
5. Burk, L. G., G. R. Gwynn and J. F. Chaplin, *J. Hered.*, 63(6):355-360 (1972).
6. Burk, L. G. and D. F. Matzinger, *J. Hered.*, 67:381-384 (1976).

7. Burk, L. G., D. U. Gerstel and E. A. Wernsman, *Science*, 206:585 (1979).
8. Burk, L. G. and J. F. Chaplin, *Crop Sci.*, 20:334-338 (1980).
9. Chipman, R. H. and T. H. Goodspeed, *Inheritance in Nicotiana tabacum*. Univ. Calif. Publ. Bot., 11:141-158 (1927).
10. Clausen, R. E. and M. C. Mann, *Inheritance in Nicotiana tabacum*. Proc. Nat. Acad. Sci., 10:121-124 (1924).
11. Collins, G. B., P. D. Legg and C. C. Litton, *Tob. Sci.*, 18:40-43 (1974).
12. Collins, G. B., P. D. Legg and M. J. Kasperbauer, *Crop Sci.*, 14:77-80 (1974).
13. Deaton, W. R., P. D. Legg and G. B. Collins, *Theor. Appl. Genet.*, 62:69-74 (1982).
14. De paepe, R., C. Nitsch, M. Godard and J. Pernes, Potential from haploid and possible use in agriculture. In N. Barz, E. Reinhard, and M. H. Zenk (ed) *Plant tissue culture and its biotechnological application*. Springer-Verlag, New York, pp. 341-352 (1977).
15. De Paepe, R., D. Bleton and F. Gnanngbe, *Theor. Appl. Genet.*, 59:177-184 (1981).
16. 한국연초연구소, 시험연구계획서, 11-25 (1979).
17. 한국연초연구소, 담배성분분석법 (1979).
18. Jensen, C. S. *Haploids in higher plants* (ed.: Kasha, K. S.) Guelph,

- Ontario; Univ. Guelph Press, pp. 153-190 (1974).
19. Kasperbauer, M. J. and G. B. Collins, *Crop Sci.*, 12:98-101 (1972).
 20. Kasperbauer, M. J., P. D. Legg and T. G. Sutton, *Crop Sci.*, 23:965-969 (1983).
 21. Kehr, A. E. *Jour. Hered.*, 42:107-112 (1951).
 22. Kostoff, D. *Karyosystematics, Cytology, Cytogenetics and phylaxis of tobaccos*. State Printing House. Sofia, 1941-1943 (1943).
 23. Kumashiro, T. and T. Oinuma, *Japan J. Breed.*, 35:301-310 (1985).
 24. 이승철, 금원수, 진정의, 이정덕, *한국육종학회지*, 14(2):115-120 (1982).
 25. Nakamura, A., T. Yamada, N. Kado-tani, R. Itagaki and M. Oka, *SABRAO J.*, 6(2):107-131 (1974).
 26. Oinuma, T. and T. Yoshida, *Japan. J. Breed.*, 24(5):211-216 (1974).
 27. Schnell, R. J. and E. A. Wernsman, *Crop Sci.*, 26:84-88 (1986).
 28. Schnell, R. J., E. A. Wernsman and L. G. Burk, *Crop Sci.*, 20:619-622 (1980).
 29. Wernsman, E. A., D. F. Matzinger and R. C. Rufty, 8Th International Tobacco Scientific Congress, Vienna, Austria (1984).