

黃色種 연초 품종의 Gamma선에 의한 突然變異 誘起 및 변이형질의 유전분석 I. 돌연변이 유기 및 변이체의 특징

정석훈, 이승철, 김홍배*

한국인삼연초연구소 경작시험장. 동국대학교 농과대학*

Induced Mutant by Gamma Rays and Genetic Analysis for Mutant Characters in Flue-cured Tobacco Variety (*Nicotiana tabacum* L.)

I. Induced Mutations and Characteristics of Mutant

S. H. Jung, S. C. Lee and H. B. Kim*

Suwon Agronomy Experiment Station, Korea Ginseng and Tobacco Research Institute.

P. O. Box59, Suwon, 440-600, Korea. Dongguk University*

ABSTRACT

This experiment was conducted to determine the optimum dosage of gamma rays for inducing artificial mutation of several mutant characters in the flue-cured tobacco.

- 1) In Hicks and BY 104, the gammarays irradiation has no significantly different effect on seed germination from the control. However, the average dosage for 50% growth inhibition was 25-30kr for all the varieties tested, which inhibition 46-52% and 43-57% of the seedling growths for Hicks and BY 104, respectively.
- 2) A mutant line 83H-5 was selected from Hicks by irradiation gamma ray at the level of 30kr. It has white flower, more resistance to bacterial wilt, *Pseudomonas solanacearum*, lower plant and stalk height, narrower leaf width, larger leaf shape index(length width) and later days to flower when compared with the original variety Hicks.
- 3) White flower was recessive to pink flower in F_1 and B_2 ($F_1 \times$ Hicks) progenies. F_2 population of the cross gave segregation ratio of 3 pink flower : 1 white flower, and B_1 ($F_1 \times$ 83H-5) population gave 1 : 1 ratio. Results showed that the white flower character is governed by a single recessive gene.

서 론

De Vires가 1901년 突然變異說을 발표한 후 Muller²⁵⁾가 초파리를 재료로 그리고 Stadler²⁶⁾는 소맥을 재료로 인위적 돌연변이에 대한 연구를 시작하였으며 煙草에 있어서는 Goodspeed²⁹⁾가 처음으로 X선 조사로 돌연변이 誘起를 시도하였다.

연초에 있어서 인위적 돌연변이 유기로 有用形質 또는 주요한 변이체를 얻은 보고들을 살펴보면 Tollenaar³⁷⁾가 X선을 照射하여 誘起한 chlorina변이를 이용해서 재배품종을 개량한 것이 인위적 돌연변이를 이용한 始初이며, Valleau and Stokes⁴⁰⁾는 X선 조사로 Virescent 엽록소 결핍형, Murty and Murty²⁷⁾는 방사선 照射로 엽록소 缺乏型 및 不稔性, Carlson⁴⁾은 methionine sulfoximine 처리로 야화병 저항성 변이체를 Sato and Kubo³³⁾는 엽수가 적은 변이체를 그리고 Sato³²⁾는 EMS처리로 엽록소 결핍형, 불임, 短幹 등의 변이체를 유기하였다.

연초에 있어서 돌연변이 형질의 遺傳樣相에 대한 보고들을 살펴보면 Valleau and Stokes⁴⁰⁾는 엽록소 결핍형인 Virescent 형질이, Valleau³⁶⁾는 yellow형질과 흰색꽃의 veinbanding형질이 그리고 Koelle¹⁸⁾는 Virgin A mutant품종의 감자 바이러스 Y저항성 형질이 단일 열성 인자에 의하여 지배된다고 하였다. Henika¹¹⁾는 white burley형질이, Murty and Murty²⁷⁾는 엽록소 결핍형질이, Satyamarayan et al.³⁴⁾은 꽃색 및 종자색이 백색인 형질이 각각 두 개의 열성인자에 의하여 지배된다고 하였다. 반면에 Burk and Menser²⁾는 aurea형질이 部分優性으로 그리고 Mann and Matzinger는 wrinkled leaf형질이 우성이며 단일 인자에 의하여 支配된다고 하였다.

작물에 있어서 방사선을 처리할 때 그 감수성에 대하여 Konzak¹⁹⁾는 종자의 수분함량 차이에 의하여, Osone and Mikaelson³¹⁾은 공시재료와 종류에 의하여 감수성이 크게 좌우되며 이는 수분이 생리조건을 변화시키기 때문이라고 하였다. Bielble and Mostafa는 大麥에 있어서 종자의 수분함량이 11-12% 그리고 Myttenaere et al.²⁸⁾은 수도에 있어서 종자의 수분함량이 14-16%일때 방사선에 의한 장애가 적다고 하였다. Conger et al.⁷⁾은 수분함량이 방사선 장애와 관계가 되는 것은 종자내의 수분이 유리기 및 산소 결핍과 관계되기 때문이라고 하였다. Mikaelson and Brunner²⁴⁾은 방사선에 대한 감수성은 품종간에 차이가 있다고 하였다.

본 연구는 연초의 유전자원을 개발하기 위하여 인위적 돌연변이 유기에 많이 이용되는 gamma선을 연초 종자에 처리하여 품종 및 처리별로 發芽率과 幼苗生育障害率 그리고 변이체의 특성 등을 調査하여 얻은 결과를 보고하고자 한다.

재료 및 방법

1. 突然變異 誘起 및 變異體의 特性

황색종 연초품종 Hicks와 Bright Yellow 104 (BY 104)를 공시하였고 종자의 수분함량은 glycerin 75%로 건조시킨 desiccator내에 종자를 14일간 보관후 7-8%로 균일하게 調整하였다.

가. Gamma선 照射

조사선량은 0-50 krad(kr)를 9개 수준으로 처리하였으며 30kr 미만은 5kr, 그 이상은 10kr간격으로 照射하였다.

선량을

5kr는 83.3r/min, 10kr는 168.8r/min,
15kr는 250.5r/min, 20kr는 326.8r/min,
25kr는 422.1r/min, 30kr는 517.4r/min,
40kr는 680.8r/min, 50kr는 844.2r/min,로 하였다.

γ선 조사는 1983년 1월 15일 한국에너지 연구소에 依頼하여 실시하였다.

나. 세대육성 및 재배방법

- M₁세대 : γ선을 처리한 종자의 발아율 조사는 25℃항온실에서 φ9×1.5cm의 pot에 파종하여 28일후 무처리구의 묘장을 표준으로 각각 감소된 정도를 장애율로 하였다. 포장 재배는 유묘생육 반감선량인 25-30kr를 품종별로, 파종은 1983년 3월 5일, 이식은 4월 25일에 실시하였으며 극심한 기형주를 제외하고는 淘汰되지 않도록 유의하였고 채종은 주당 3棚으로 하여 혼합하였다.
- M₂-M₃세대 : M₂세대의 파종은 1984년 3월 5일, 이식은 5월 1일 실시하였다. M₃세대는 M₂세대에서 꽃이 백색인 것, 단간, 細葉, 개화기가 빠른 것 등으로 선발한 Hicks품종의 변이체 10계통과 BY 104변이체 5계통을 공시하였다. M₃세대의 파종은 1985년 2월 28일에 온실에서 이식은 4월 25일에 실시하였으며 생육특성은 무병포지에서, 세균성마름병 調査는 汚染圃地에서 그리고 담배 모자이크 바이러스병(TMV)과 감자바이러스 Y(PVY)는 실내검정으로 실시하였다.
- M₄-M₅세대 : M₃세대에서 Hicks품종에 비하여 세균성마름병에 저항성이 강한 것으로 나타난 83H-5를 Hicks품종과 같이 공시하여 세균성마름병 저항성을 포장 검정하였다. 파종은 1986년 2월 25일 온실에서, 이식은 4월 20일에 실시하였다. 각 世代別 재

배방법은 황색종 표준재배법에 준하였고 포장재배는 비닐 운반피복으로 재식거리는 90×45cm 그리고 시비량은 연초용 복합 비료(10-10-20)를 10a당 100kg 사용하였으며, 시험구배치는 단구제로 設計하였다.

주요조사 항목에 대한 검정 또는 산출방법은 아래와 같다.

- 發芽率과 幼苗生育 障害率 :

$$\text{發芽率} = \frac{\text{置床 14日後 發芽粒數}}{\text{置床 粒數}} \times 100$$

幼苗障害率 :

$$\frac{\text{播種 28日後 無處理區의 苗長} - \text{處理區의 苗長}}{\text{播種 28日後 無處理區의 苗長}} \times 100$$

- 세균성 마름병 : 오염포지의 병원균 밀도 조사는 1986-1987년 이식기 (4월 25일)부터 1개월 간격으로 지하 근권 15cm에서 토양시료를 채취하여 agar plate method로 (Bactopeton 10g, Casein hydrolysate 1g, Glucose 0.5g, Bactoagar 20g, 0.5% tetrazolium sol. 100ml, 증류수 1ℓ) 調査하였다.

細菌性마름病 罹病 指數는 다음과 같은 기준으로 조사하였다.

- 0 : 無病徵
- 1 : 下位葉 2-3매 萎凋
- 2 : 下位葉 1/3 以下 萎凋, 줄기의 地際部 褐變 始作
- 3 : 下位葉 1/3 以上 萎凋, 줄기의 1/3 以下 褐變
- 4 : 2/3 以上の 葉이 萎凋, 줄기의 1/3 以上 褐變
- 5 : 枯死

결과 및 고찰

1. 돌연변이 유기 및 변이체의 특징

가. Gamma선 조사선량에 따른 연초 품종의 반응 차이

일반적으로 돌연변이를 유기하는데 알맞은 照射線量과 약품의 농도를 알기 위하여는 幼苗生育半減線量과 약량을 기준으로 하게된다.^{6,10,12,20)}

황색종 연초품종 Hicks와 BY 104에 gamma선량을 달리하여 발아율 및 유묘 생육 장애율을 조사한 결과는 표1과 같다.

Hicks의 발아율은 무처리구 88%인데 비하여 처리구(5-50kr)는 87.3-90.3%로 유의성이 인정되지 않았으며 처리구 간에 있어서도 차이를 나타내지 않았다. BY 104에 있어서도 무처리구와 처리구, 처리구 간의 발아율은 차이를 나타내지 않았다.

그러나 무처리구 및 조사선량이 30kr 이상인 처리구는 발아가 2-3일 지연되는 경향이였다. 한편 任¹²⁾은 소맥, 崔⁶⁾는 토마토 그리고 尹등은⁴⁾ 담배에서 조사 선량을 5-50kr로 하여 즉시 파종할때 무처리에 비하여 발아율은 큰 차이가 없다고 하였다.

유묘 생육 장애율은 파종 28일 후에 묘장을 무처리구와 비교하여 감소한 정도를 비율로 나타내었으며 gamma선 조사구는 무처리구에 비하여 묘장이 Hicks가 8-88% BY 104는 5-89% 짧아졌으며 처리구 간에 있어서는 선량이 높을수록 묘장이 짧아지는 경향이였다. 두 품종간 묘장 감소 비율에 있어서는 큰 차이가 없었고 묘장 장애반감을 나타내는 선량은 두 품종 모두 25-30kr였으며 조사선량이 40-50kr에서 생육 停滯 現狀을 심하였고 50kr조사구에서는 생육 停滯 現狀을 보였다.

Table 1. Effects of γ -rays irradiation on the germination of tobacco seeds and inhibition of growth of tobacco seedling*

Dosage (kr)	Germination		Inhibition of seedling height			
	Hicks %	BY104 %	Hicks cm	Rate** %	BY104 cm	Rate** %
Control	88.0 a***	91.0 a	2.50 a	0	2.80 a	0
5	88.0 a	92.3 a	2.30 ab	8	2.65 ab	5
10	87.3 a	92.3 a	2.20 bc	12	2.50 b	11
15	90.3 a	91.6 a	2.18 bc	13	2.38 bc	15
20	90.0 a	91.3 a	2.00 c	20	2.20 c	22
25	90.3 a	90.6 a	1.35 d	46	1.60 d	43
30	89.6 a	91.0 a	1.20 d	52	1.21 e	57
40	90.0 a	91.0 a	0.57 e	77	0.55 f	88
50	89.0 a	89.0 a	0.30 f	88	0.30 f	89
Mean	89.1	90.9	1.62		1.78	
C.V	3.8	2.8	7.8		9.8	

* : Germination of tobacco seeds was examined at 14 days after sowing and growth of tobacco seedlings was examined at 28 days after sowing.

** : Rate = $\frac{\text{plant height of the control} - \text{plant height of the treatment}}{\text{Plant height of the control}} \times 100$

*** : Value with the same letter are not significantly different at the 0.05 level.

Milkaelsen²⁴⁾은 품종이 지니는 특성에 따라 방사선의 감수성에 차이가 있다고 하였으며, Konzak¹⁹⁾, Bible and Mostafa¹⁾, Myttere et al.²⁰⁾, Conger et al.⁷⁾은 종자의 수분함량에 따라感受性에 차이가 있다고 하였다.

본 시험에 있어서 공시된 두 품종의 수분함량은 7-8%로 동일하게 처리하였으며 발아율과 장해율은 비슷한 경향을 나타내었다.

金¹⁶⁾은 소맥에서 4%의 건조중자를 10kr로 처리할때 묘생육 반감을 보였고 11.3%의 습윤 중자는 30kr 처리구에서 16-24% 생육반감을 보였다고 하였으며, 權과 任²⁰⁾은 대두에서 초장의 생육반감은 10-20kr이고 근장의 생육반감은 25-33kr라고 하였다.

崔⁶⁾는 토마토에서 뿌리 생육반감은 수분에 따라 22-60kr의 범위였다. 담배에서 유기 선량으로 Sato and Kubo³³⁾는 30kr, Sato³²⁾는 30kr를 누대 조사방법으로 그리고 權과 元²¹⁾은 30kr를 담배

추천 선량이라고 하였는데 본 시험에서도 25-30kr구에서 생육 반감을 나타내었다.

나. 變異의 分布 및 變異體의 特性

품종별로 묘생육 반감선량인 25kr 및 30kr를 조사한 M₁세대를 재종하여 과중한 苗를 포장에 이식하여 초장의 변이 및 그 분포를 조사한 결과는 그림 1과 같다.

Hicks 품종에서는 무처리구의 엽장이 136.2cm 인데 비하여 γ 선 25kr 처리구에서 121.7cm, 30kr 처리구에서 112.2cm로서 각각 10.7% ; 17.6%의 감소율을 나타내었고, 한편 Hicks의 초장분포는 γ 선 25kr 구에서는 135cm에서 最頻値를 보였으며 30kr 구에서는 115cm에서 최빈치를 보였다.

BY 104 품종에서는 무처리구의 초장이 133.2cm 인데 비하여 γ 선 25kr 처리구에서 121.9cm, 30kr 처리구에서 107.2cm로서 각각 8.5 및 19.5%의 감소율을 나타내었다.

한편 그 분포는 25kr구에서 135cm에서 최빈치

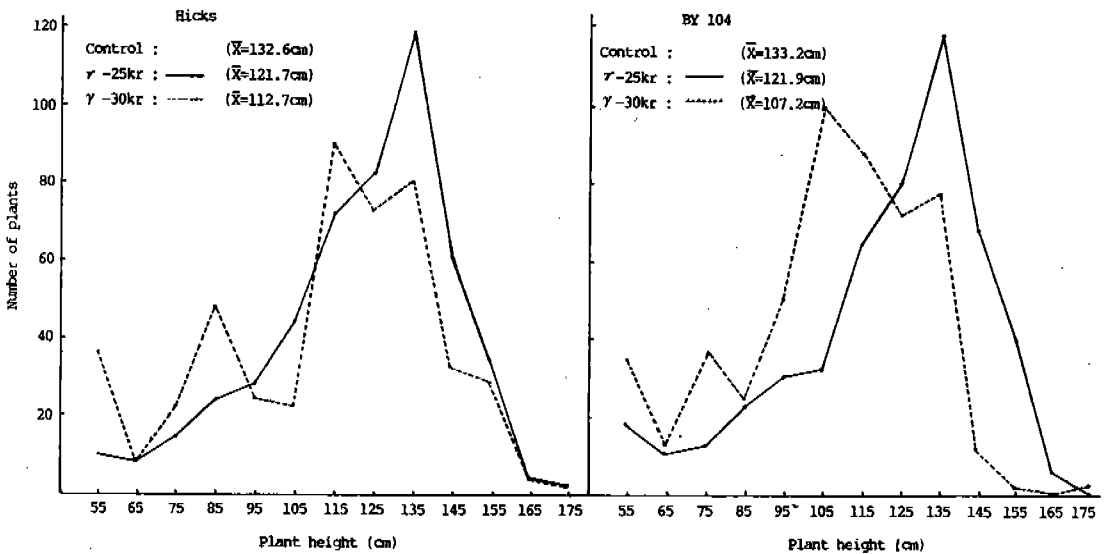


Fig. 1. The distribution of plant height in the M₂ generation treated with 2 dosage levels of gamma-rays.

를 나타내었고 30kr구에서는 105cm에 最頻値를 나타내었다.

이러한 결과는 방사선 처리시에 초장이 짧아지는 보고^{2,17,32)}와 일치되는 경향이나 Sato³²⁾가 연초에 있어서 γ 선 30kr처리시 무처리에 비하여 초장이 10% 감소되었다고 한 보고보다는 그 감소율이 큰편인데 이는 공시된 품종 또는 종자의 수분함량이 서로 다른데 起因되었을 것으로 생각된다.

M₂세대의 團場재배에서 꽃이 백색이고 단간이며 개화기가 빠른편인것 등으로 선발한 Hicks품종의 변이체 10계통과 BY 104품종의 변이체 5

계통의 특성은 표 2와 같다. 83H-1은 Hicks에 비하여 초장은 짧으나 개화일수가 6일정도 길며 83H-5는 꽃이 백색으로 초장은 짧고 개화일수는 비슷하며 반면에 BY 104의 변이계통에서는 꽃은 모두 분홍색이었으며 83B-2는 초장이 크며 개화일수가 2일정도 늦은 경향이였다.

선발된 Hicks 품종의 변이체 10계통과 BY 104 품종의 변이체 5계통을 대상으로 TMV(tobacco mosaic virus), PVY(potato virus Y)그리고 세균성마름병 저항성을 검정하였던 바 공시된 계통들이 모두 Hicks 품종 및 BY 104 품종과 마찬가지로 이들병에 이병성으로 나타났다. 그러

Table 2. Comparison of varieties and selected lines for growth characters in the M₂ generation

Lines or varieties	Color of flower	Plant height(cm)	Days to flower
83H-1	Pink	105	66
83H-2	Pink	120	57
83H-3	Pink	145	58
83H-4	Pink	135	58
83H-5	White	136	59
83H-6	Pink	120	61
83H-7	Pink	143	57
83H-8	Pink	162	61
83H-9	White	152	62
83H-10	Pink	160	59
Mean		138	59.8
Hicks	Pink	145	60
83B-1	Pink	135	66
83B-2	Pink	165	67
83B-3	Pink	136	63
83B-4	Pink	140	64
83B-5	Pink	146	65
Mean		144	65
BY 104	Pink	150	66

Table 3. Characteristics of disease response of mutant lines in the M₃ generation

Lines or varieties	T M V	P V Y	Bacterial wilt disease index(0-5)*
83H-1	S	S	3.6
83H-2	S	S	3.8
83H-3	S	S	3.7
83H-4	S	S	4.1
83H-5	S	S	2.2
83H-6	S	S	3.4
83H-7	S	S	3.5
83H-8	S	S	3.4
83H-9	S	S	3.6
83H-10	S	S	4.0
Mean			3.5
Hicks	S	S	3.8
83B-1	S	S	2.4
83B-2	S	S	2.3
83B-3	S	S	2.5
83B-4	S	S	2.4
83B-5	S	S	2.2
Mean			2.3
BY 104	S	S	2.4

* Disease index ranged from 0=no visible wilt to 5=entire plant wilted or plant dead.

나 세균성마름병에 대한 저항성은 표 3에서와 같이 Hicks변이체는 83H-5의 이병지수가 2.2로서 Hicks의 3.8에 비하여 현저히 낮아 저항성이 강한 것으로 나타났다.

Hicks 품종의 변이계통 83H-5의 세균성마름병 저항성을 확인하기 위하여 Hicks와 함께 공시하여 그 저항성을 검정한 결과는 표 4와 같다. 토양중의 세균성 마름병의 평균 밀도는 년차에 관계없이 7월 25일 調査值까지는 증가되어 최대치를 나타내었다.

변이계통 83H-5는 Hicks에 비하여 이병지수가 낮았으며 1986년 6월 25일 및 7월 10일 조사치에서는 1% 수준에서 그리고 7월 25일 조사치에

서는 5% 수준에서 유의한 차이를 나타내었다. 1987년 6월 25일 조사치에서는 5% 수준에서 그리고 7월 25일 조사치에서는 1% 수준에서 유의한 차이를 나타내었다. 세균성마름병의 포장검정에 있어서 토양수분과 온도,^{8,31,41} 토양의 종류,¹⁴⁾

기상³⁰⁾에 따라 상이한 결과를 가져올 수 있으나, 中村²⁹⁾는 년차에 의한 환경조건의 상이는 전체적 발병기일의 조만과 병징진행의 지속에 큰 영향을 미치지만 저항성과 이병성과의 병징추이는 상대적인 관계이므로 그다지 큰 영향이 없다고 하였다. 본시험에서 년차에 따라 발병 진전에 다소 차이는 있으나 변이계통 83H-5는 Hicks에

황색종 연초품종의 Gamma선에 의한 돌연변이유기 및 변이형질의 유전분석
I. 돌연변이 유기 및 변이체의 특징

Table 4. Incidence of bacterial wilt and population of the pathogen, *Pseudomonas solanacearum*, in the field soil surveyed in 1986 and 1987

Year	Date	Bacterial population (CFU/g)★	Disease index(0-5)		83H-5 vs Hicks
			83H-5	Hicks	
1986	April 25	(0.5×10^2)	0.00	0.00	NS
	May 25	(1.5×10^2)	0.00	0.00	NS
	June 25	(3.3×10^4)	0.90	1.90	* *
	July 10	(4.3×10^4)	2.00	3.00	* *
	July 25	(1.3×10^6)	2.54	3.30	*
1987	April 25	(0.3×10^2)	0.00	0.00	NS
	May 25	(1.0×10^2)	0.00	0.03	NS
	June 25	(3.0×10^4)	0.90	1.43	*
	July 10	(4.0×10^4)	1.80	2.43	*
	July 25	(1.5×10^5)	2.50	3.60	* *

★ CFU/g : Colony Forming Unit/g (Soil)

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

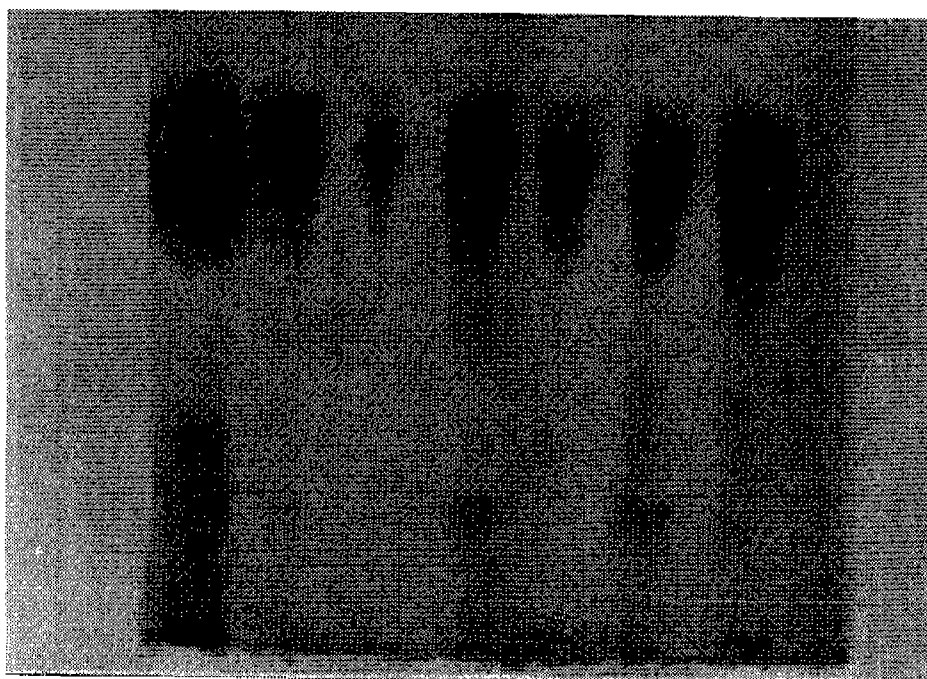


Fig. 2. Comparison of peroxidase isozyme patterns for Hicks and mutants induced from Hicks.

Samples were run from Hicks(1), 83H-5(2) and the mutant lines(3-7)

비하여 세균성마름병에 현저히 저항성인 것으로 생각되었다.

Hicks에 γ 선 30kr를 처리하여 얻은 변이체들의 peroxidase isozyme band를 조사한 결과 그 변이체와 Hicks는 isozyme band 수 및 위치에서 차이를 보였으며 변이체들 간에도 수 및 위치에서 차이를 나타내었다.(그림 2).

Peroxidase의 isozyme band를 이용한 작물 분류의 시도에서 Kato¹³⁾는 Muskmelone육종에 isozyme 적용 가능성을 探索하기 위해 유묘의 잎에서 peroxidase효소의 품종간 반응차이를 조사한 바 그 동위 효소의 차이를 나타내어 유묘기 내병성 개체를 선발할 수 있는 효소를 探索한다면 melone육종에 이용할 수 있다고 하였다.

Sheen²⁵⁾은 전기영동에 의한 peroxidase효소반응은 식물체내에서 활성이 높고 집단의 유전분

석을 단시일내에 행할 수 있기 때문에 품종 및 계통의 감별에 이용 되었다고 하였으며 崔¹⁸⁾는 peroxidase isozyme pattern으로 Burley 21과 *N. rustica*의 잡종 식물 판별이 유용할 것이라고 하였고 蔡¹⁵⁾은 담배 원형질체 배양으로 분화된 42 계통과 원품종 BY 104의 peroxidase band를 조사한 결과 각 계통간 차이가 인정되어 3개 그룹으로 나눌 수 있었다고 하였다. 그러나 李²²⁾는 비병원성 균주 및 병원성 균주에 접종된 BY 104 및 NC 82의 두 품종에서 peroxidase band는 잎, 줄기, 뿌리 등 부위별 차이는 인정되나 품종간에는 차이가 인정되지 않았기 때문에 담배의 세균성 마름병에 대한 저항성과 특정 동위 효소와는 관계가 없다고 하였다.

본 시험에서는 Hicks와 그 변이체 사이에 peroxidase isozyme band의 차이가 인정되어 isozyme band를 이용하여 담배의 변이체 구별이 가

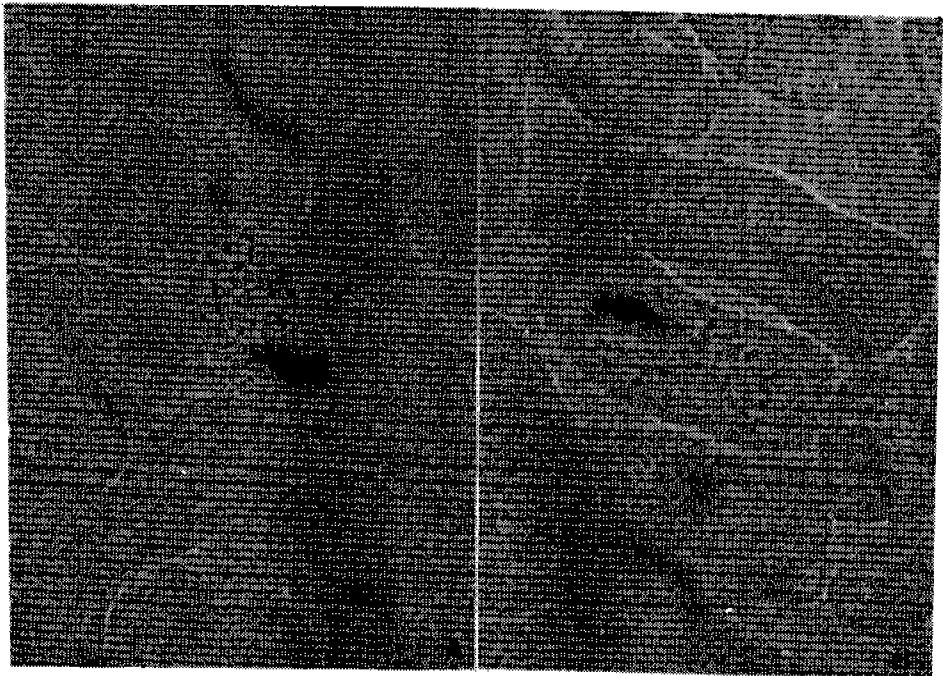


Fig. 3. Comparison of chromosomes for Hicks(A) and 83H-5(B) induced from Hicks.

황색종 연초품종의 Gamma선에 의한 돌연변이유기 및 변이형질의 유전분석
I. 돌연변이 유기 및 변이체의 특징

농할 것이라고 생각된다. 또 변이체와 Hicks의 염색체 수 비교에 있어서는 그림 3과 같이 $2n=48$ 개로 나타났다.

다. 꽃색의 유전

Hicks의 변이체로 백색 꽃을 가진 83H-5와 Hicks 그리고 이들을 교배하여 얻은 F_1 , F_2 , B_1 , B_2 세대를 공시하여 꽃색(백색)의 유전양상을 조사

한 결과는 표 5 및 그림 4와 같다.

F_1 과 B_2 세대에서 모든 꽃이 분홍색으로 나타나 백색이 열성으로 나타났다. F_2 세대에서는 분홍색과 백색의 관찰치가 백색의 유전이 단일열성인자에 의하여 지배 될 때의 분홍색과 백색의 분리비 3:1과 비교할 때 Chi-square値가 3.24로서 관찰치와 이론치는 잘 일치 되었다.

Table 5. Chi-square test for flower color in F_1 , F_2 and backcross generations in a cross of 83H-5×Hicks

	White	Pink	Total	Chi-square	P value
$P_1(83H-5)$	36		36		
$P_2(Hicks)$		36	36		
F_1		36	36		
F_2	89	331	420	3.24	0.1 -0.05
$B_1(F_1 \times P_1)$	14	22	36	1.76	0.20-0.1
$B_2(F_1 \times P_2)$		36	36		

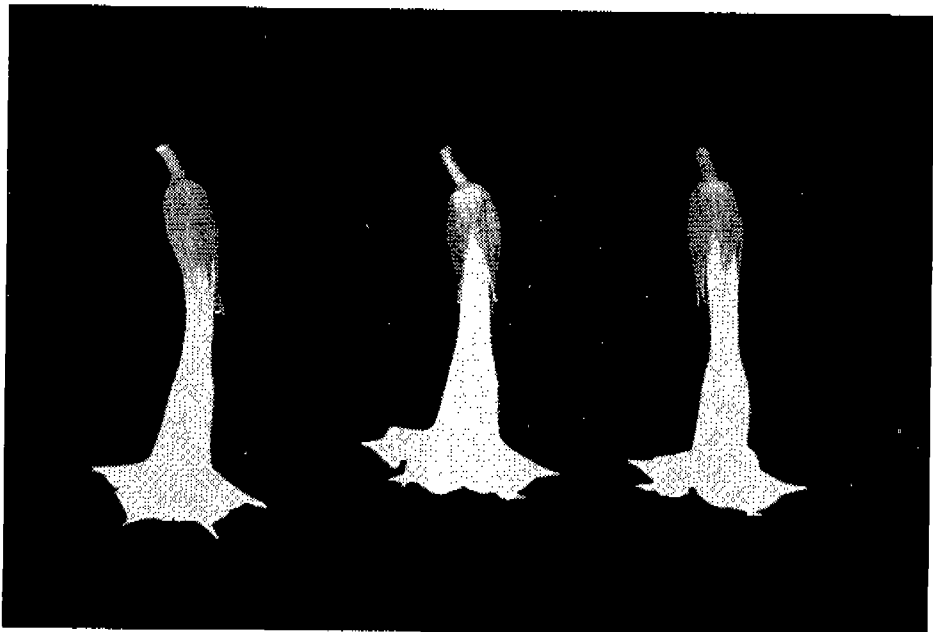


Fig. 4. Flowers of Hicks(Pink color, left) and a mutant line 83H-5(White color, middle) and F_1 (pink color, right).

B₁세대에 있어서도 분홍색과 백색의 관찰치가 백색의 유전이 단일열성인자에 의하여 지배될 때의 분홍색과 백색의 분리비 1:1과 비교할 때 Chi-square치가 1.76으로서 관찰치와 이론치는 잘 일치 되었다.

이러한 결과는 돌연변이 형질이 우성 또는 부분 우성으로 단일인자에 의하여 지배된다는^{3,23)} 보고도 있으나, 대부분의 경우 열성으로 단일^{18,38,39,40)} 또는 두개의 11,26,34) 또는 두개의 인자에 의하여 지배된다는 보고들과 일치되는 경향이였다.

결 론

황색종 연초품종을 공시하여 인위적인 돌연변이를 유기하기 위한 gamma선의 선량을 구명하고 몇가지 돌연변이 형질의 특성과 유전 현상을 알기 위하여 수행한바를 요약하면 아래와 같다.

- 1) Gamma선 조사에 의한 Hicks와 BY 104의 발아율은 무처리구와 유의한 차이를 나타내지 않았으며 묘생육반감 선량은 두 품종 모두 25-30kr였으며 이때 Hicks는 46-50%, BY 104는 43-57%의 장해율을 보였다.
- 2) Gamma선 30kr를 처리한 Hicks품종으로부터 꽃이 백색이며 세균성 마름병에 강하며 초장과 간장이 짧고, 엽형지수(엽장/엽폭)가 크며 개화기가 늦은 돌연변이 계통 83H-5를 선발하였다.
- 3) 변이체 83H-5의 백색꽃은 F₁ 및 B₂(F₁×Hicks)세대에서 꽃이 분홍색으로 나타났으므로 분홍색에 대하여 열성이었고, 또한 분홍색과 백색꽃의 비가 F₂에서 3:1, 그리고 B₁(F₁×83H-5)에서 1:1로 나타나 백색꽃은 단일 열성인자에 의하여 지배됨을 보였다.

참 고 문 헌

1. Bielbl, R. and I.Y. Mostafa. Red. Bot. 5: 1-6(1965).
2. Borojevic, K. and S. Borojevic. IAEA. Vienna: 15-46(19698).
3. Burk, L. G. and H. A. Menser, Tob 159 (10): 26-29(1964)
4. Carlson, P.S. Science 180: 1366-1368(1973).
5. 崔祥周. 高麗大 大學院 博士學位 論文(1988).
6. 崔震奎. 韓育誌 8(1): 23-40(1976).
7. Conger, B.V., R.A.Nilan, C.F.Konzak and S. Metter. Rad. Bot.6: 129-144(1966).
8. Gallegly, M.E. and J.C. Walker. Phytopathology 39: 936-946(1914).
9. Goodspeed, T.H. University of California, publication in Botany 26: 391-400(1953).
10. Gustafsson, A. and I.Gadd. Hereditas 55: 273-357(1966).
11. Henika, F.S. J. Agr. Res. 44(6): 477-493(1932).
12. 任建赫, 權臣漢, 孫清烈, 殷鍾旋, 韓育誌 1(1): 21-28(1969).
13. Koto, M., S.Jodo and S.Tokusama. Japanese J. Soc.Hort. Sci. 47(1): 57-62(1978).
14. Kelman, A. Agr. Exp. Sta.Tech.Bull. No.99: 1-94(1953).
15. 琴完洙. 慶北大 大學院 博士學位 論文(1989).
16. 金泳相, 韓育誌 9(2): 83-117(1977).
17. 金泳相, 殷鍾旋, 任建赫. 韓育誌 5(1): 21-26(1980).
18. Koelle, G. Der Zucher. 32: 71-72(1961).
19. Konzak, C. F. Science 122: 10(1955).

황색중 연초품종의 Gamma선에 의한 돌연변이유기 및 변이형질의 유전분석
I. 돌연변이 유기 및 변이체의 특징

20. 權臣漢, 任建赫, 韓育誌 5(1) : 5-10(1973).
21. 權臣漢, 元鍾樂, 韓育誌 10(2) : 127-132(1978).
22. 李永根, 高麗大 大學院 博士學位 論文(1986).
23. Mann, T.J. and D.F. Matzlinger. *Tob. Sci.* : 44-47(1965).
24. Mikaelson, K. and H. Brunner. IAEA. Vienna : 79-82(1968).
25. Muller, H.J. *Science* 66 : 84-87(1927).
26. Murty, G.S. and K.V. Krishnamurty. *Euphytica* 12 : 285-293(1963).
27. Murty, G.S. and B.R. Murty *Current Sci.* 3 : 109-110(1962).
28. Myttenaere, C., P.H. Bourdeau, G. Helcke and M. Masset. *Rad. Bot.* 5 : 443-451(1965).
29. 中村明夫, 秦野試報 59 : 3-13(1967).
30. 岡英人, 大橋雄司, 村井高伯, 秦野試報 55 : 1-11(1965).
31. Osone, K. and K. Mikaelson. *Jap. J. Breeding.* 20(4) : 187-196(1970).
32. Sato, M. *Iwate Tob. Stn.* 1 : 55-62(1968).
33. Sato, M. and T. Kubo. *Bulletin of Iwate Tob. Stn.* 6 : 45-56(1974).
34. Satyanarayana, K.V. R. Lakshminarayana, K. V. Krishnamurthy and R.B. Narayanarao. *Tob. Sci.* 24 : 121-123(1982).
35. Sheen, S.J. *Genetics* 40 : 18-25(1970).
36. Stadler, L.J. *Proc. Nat. Acad. Sci. U.S.A.* 15 : 831-876(1929).
37. Tollenaar, D. *Genetics* 20 : 285-294(1938).
38. Valteau, W.D. *Tob. Sci.* 1 : 91-92(1957).
39. Valteau, W.D. *Tob. Sci.* 2 : 20-22(1958).
40. Valteau, W.D. and G.W. Stokes. *Tob. Sci.* 1 : 175-176(1957).
41. Vaughan, E.K. *Phytopathology* 34 : 443-458 (1944).
42. 尹慶恩, 朴允稀, 林炳琦, 韓育誌 21(4) : 256-262(1990).

황색종 연초의 약배양 및 종간교배에 의한 반수체 배가계통의 특성비교

정윤화, 이승철, 김달용*

한국인삼연초연구소 경작시험장, 경북대학교 농과대학*

Comparison of Lines from Anther and Maternally-derived Dihaploids in Flue-cured Tobacco(*Nicotiana tabacum* L.)

Y. H. Chung, S. C. Lee and D. U. Kim

Suwon Agronomy Experiment Station,
Korea Ginseng and Tobacco Research Institute,
Coll. of Agri., Kyungpook Nat'l Univ*.,

ABSTRACTS

The present study was conducted to compare the relative efficiency of two different haploid breeding methods in tobacco varietal development. A single F_1 hybrid plant from cross of two flue-cured cultivars of *Nicotiana tabacum* L., Bright Yellow4(BY4) and NC 95, was used to develop the 30 dihaploid lines by anther culture(F_1 -ADH) and maternally-derived doubled haploid utilizing *Nicotiana africana*(F_1 -MDH), respectively.

As compared with mid-parent, ADH lines showed increasing in number of leaves, delaying in days to flower and narrowing in leaf width. However, no significant differences in the other characters investigated were recognized. MDH lines also showed narrow leaf width, while no significant differences in the other characters were observed. The variations of the characters investigated were generally greater in ADH than MDH lines. MDH lines had higher plant height and shorter days to flower than ADH lines, while other characters did not show remarkable differences. The degree of heritability for

each of the characters observed between ADH and MDH was almost the same. The characters showing high heritability value were plant height, leaf number, days to flower, and yield, while those showing relatively low value were leaf length, leaf width, and total alkaloid content. Predicted gains from selection for increased yield were calculated for both populations(F₁-ADH, F₁-MDH) and correlated responses associated with selection for yield were estimated. Plant height, leaf width, days to flower, percent reducing sugar and disease resistance would be expected to improve with selection for yield much faster in the MDH population than in the ADH.

서 론

반수체 육종법은 분리하는 육종재료를 단일 세대에서 완전한 동형접합성으로 고정시킬 수 있다. 연초(*Nicotiana tabacum* L.)의 반수체 식물은 약배양^{1, 3, 29, 30}이나 *N. tabacum* × *N. africana*의 종간교배^{7, 23, 24}로 쉽게 유기되며, 그 염색체는 colchicine 처리^{8, 28}나 종골의 조직배양^{2, 21}으로 배가시킬 수 있다. 약배양 또는 *N. tabacum* × *N. africana*의 종간교배에 의한 배수체 배가계통은 유전적으로 안정되어 있으며¹¹, 염색체에 이상이 없다고 한다¹⁸.

우리나라에서 연초 약배양에 의한 반수체 육종법은 1976년부터²⁰ 실용적으로 이용되고 있으나 반수체 배가계통이 관행육성계통에 비하여 수량저하가 심하여^{3, 10, 11, 15, 16, 26, 22, 91} 그 실용성이 제한되고 있다. Burk등⁷에 의해서 *N. africana* 방법으로 육성된 maternal haploids는 1982년부터²⁴ 연초 육종에 이용되었으며, 그후 계속적인 연구로 종간교배에 의한 반수체 육종방법이 실용화 되었다.

따라서 본 시험은 반수체 육종방법의 효율성을 검토하기 위하여 약배양 및 종간교배에 의한 반수체 배가계통의 특성을 비교하였던 바 그 결과를 보고코자 한다.

재료 및 방법

공시재료는 황색종 연초품종 BY4와 NC95를 교배한 F₁ 식물로부터 약배양에 의한 반수체 배가계통(ADH : Anther-derived doubled haploid line)과 *N. africana*와 종간교배에 의한 반수체 배가계통(MDH : Maternally-derived doubled haploid line)을 각각 30계통 그리고 교배친을 사용하였다.

반수체 식물의 유기는 약배양²⁰ 및 *N. africana*와 종간교배²⁴하여 그림1과 같은 방법으로 육성하였다.

약배양에 의한 반수체 식물의 염색체 배가는 Kumashiro와 Oka²⁷의 방법으로 종간교배에 의한 maternal haploid는 Kasperbauer와 Collins²¹의 방법으로 하였다. 재배방법은 1987년 3월2일 온실에서 파종하여 4월25일 일반말칭으로 본포에 이식하였다. 시험구 배치는 난괴법 3반복으로 설계하였고, 구당주수는 10주로 하였다. 재식거리는 100×45cm, 시비량은 10a당 연초용 복합비료 100kg을 사용하였고, 기타 특성조사는 한국인삼연초연구소 표준조사방법²²에 준하였다. 내용성분 분석에서 전알카로이드는 Cundiff-Markunas 방법²³으로, 환원당은 Harvey와 Palmer방법¹⁸으로 하였다. 통계분석중 유전력은 $h = d^2 / d^2 + G$

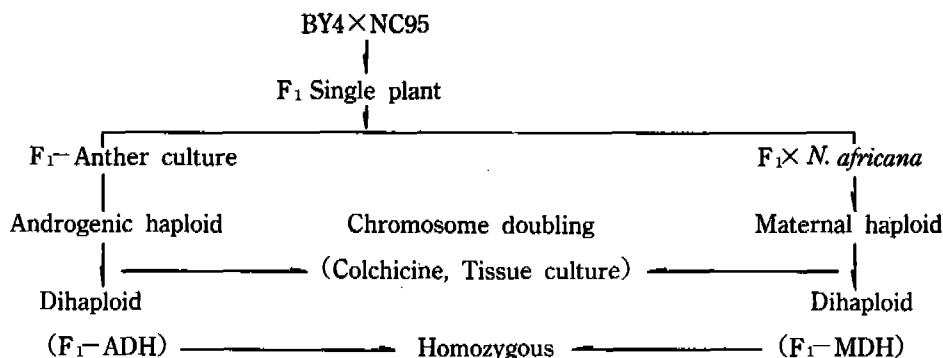


Fig1. Diagram of developing the dihaploids from F₁ single plant of BY4×NC95 by anther culture (F₁-ADH) and maternal method utilizing *N. africana*(F₁-MDH).

$\delta^{2}E$ (계통 평균치의 분산분석방법)로, 유전력 특량은 Frey와 Horner의 방법¹⁷⁾으로 농촌진흥청 전산실에서 통계분석 하였다.

결과 및 고찰

황색종 연초 품종 BY4×NC95 조합에서 1주의

F₁식물을 약배양 및 *N. africana*와의 종간교배로 얻은 반수체 배가 계통군별 표현형 분산, 반수체 배가계통과 교배친, ADH와 MDH계통간의 유의성 검정결과는 표1과 같다. ADH 계통내 표현형 분산은 엽장, 엽폭, Total alkaloids에서 크게 나타났다으며, 반면에 MDH 계통은 초장, 수량, 개

Table 1. Partitioning of mean squares for agronomic characters and chemical constituents between the breeding methods

	Plant height	Leaves per plant	Leaf length	Leaf width	Days to flower	Yield	Total alkaloids	Reducing sugar
Within Family								
ADH ¹⁾	707.897**	5.235**	17.306**	8.380**	6.008**	864.336**	0.382**	22.854**
ADH ²⁾	806.815**	6.280**	15.010**	7.300**	13.111**	997.103**	0.293	36.127
Between Families								
Parent vs. ADH	119.205	2.393*	12.939	25.573**	14.601**	541.451	0.464	0.343
Parent vs. MDH	24.025	6.292	0.591	17.336**	0.851	92.010	0.0007	0.931
ADH vs. MDH	288.800*	8.107	63.963	6.385	67.222*	1496.448	0.745	19.208

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

1) ADH : F₁-Anther derived doubled haploid lines.

2) MDH : F₁-Maternally derived doubled haploid lines.

화일수에서 표현형 분산이 크게 나타났다. 반수체 육종 방법별 배가계통과 교배친의 평균치 비교에서 교배친에 비하여 ADH 계통은 엽폭이 감소, 엽수는 증가, 개화기는 늦어지는 방향으로 5% 및 1% 수준에서 유의한 차이가 인정되었으며, 그외의 형질들은 유의차가 인정되지 않았다.

ADH와 MDH 계통의 평균치 비교에서 MDH 계통은 개화기가 1.3일 빨랐으며, 그외의 형질들은 유의차는 인정되지 않았으나 수량, 엽폭, 엽장 및 초장은 증가하는 방향으로 나타났다.

표2에서 조사된 형질의 변이는 ADH 계통에서 전알카로이드 함량이 1.68-3.69%, 환원당 함량이 10.5-20.2%, 초장이 97-169cm, 수량 135-223kg, 엽폭 17.2-26.7cm, 엽수 15.3-22.3매, 엽장폭 39.0-49.0cm, 개화일수가 61-68일로 1% 수준에서 유의차가 인정되었다. MDH계통의 변이는 초장 123-191cm, 수량 158-232kg, 엽수 15.9-23.0매, 엽폭 21.1-27.3cm, 엽장 41.8

-51.5cm, 개화일수 54-66일로 1% 수준에서 유의차가 인정되었고, 전알카로이드 함량과 환원당함량은 각각 2.13-3.43% 및 10.9-20.0%로 나타났으나 유의차는 인정되지 않았다. 표3은 반수체 육성방법별 반수체 배가계통의 특성을 교배친의 평균치와 비교하여 증가 또는 감소의 방향으로 각각 유의한 차이를 나타내는 계통수를 조사한 결과이다. ADH계통이 증가의 방향으로 나타난 형질의 계통수는 개화일수가 23계통, 엽수가 11계통, 초장과 환원당함량이 각각 4계통으로 나타났고, 그외의 형질들은 0-1 계통으로 나타났다. 감소의 방향으로 나타난 형질의 계통수는 초장이 12계통, 수량이 9계통, 엽폭이 8계통, 엽장과 환원당함량이 각각 6계통이었고, 그외의 형질들은 1-4계통으로 나타났다. MDH계통에 있어서 증가의 방향으로 나타난 형질의 계통수는 개화일수가 12계통, 엽수가 9계통, 초장이 5계통, 수량이 4계통이었고, 그외의 형질들은 0-1계통

Table 2. Mean and range for characters of anther-derived doubled haploid(ADH) lines and maternally-derived doubled haploid(MDH) lines in a single F₁ hybrid plant from cross BY4 and NC95.

Character	Parents		Mid-parent	Doubled haploid			
	BY4	NC95		F ₁ -ADH		F ₁ -MDH	
				Mean ± s	Range	Mean ± s	Range
Plant height, cm	156	131	143.5	142.7 ± 2.8	97-169	145.3 ± 2.9	123-191
Leaves per plant, no.	19.5	20.7	20.1	20.8 ± 0.2	15.3-22.3	20.4 ± 0.3	15.9-23.0
Leaf length, cm	45.4	47.0	46.2	45.0 ± 0.4	39.0-49.0	46.2 ± 0.4	41.8-51.5
Leaf width, cm	24.5	26.8	25.7	24.0 ± 0.3	17.2-26.7	24.4 ± 0.3	21.1-27.3
Days to flower, day	61	63	62	64.1 ± 0.2	61-68	62.8 ± 0.4	54-66
Yield, kg/10a	191	218	204.5	193.8 ± 3.1	135-223	199.6 ± 3.3	158-232
Total alkaloids, %	3.17	2.46	2.82	2.70 ± 0.06	1.68-3.69	2.83 ± 0.05	2.13-3.45
Reducing sugar, %	15.6	18.3	17.0	15.3 ± 0.5	10.5-20.2	16.0 ± 0.5	10.9-20.5

Table 3. Number of F_1 -anther-derived doubled haploid(F_1 -ADH) and F_1 -maternally-derived doubled haploid(F_1 -MDH) lines from cross BY4×NC95 showing the greater than, not different from and less than the midparent value for certain characters.

	Plant height	Leaves per plant	Leaf length	Leaf width	Days to flower	Yield	Total alkaloids	Reducing sugar
F_1-ADH								
Greater*	4	11	0	0	23	1	1	4
Not different	14	17	24	22	6	20	25	20
Less*	12	2	6	8	1	9	4	6
F_1-MDH								
Greater*	5	9	1	0	12	4	0	0
Not different	16	18	28	19	13	17	29	30
Less*	9	3	1	11	5	9	1	0

* Significantly different at the 0.05 level of probability.

으로 나타났다. 감소의 방향으로 나타난 형질의 계통수는 11계통, 수량과 초장이 각각 9계통이었고 그외의 형질들은 0-5계통이었다.

반수체 육성방법별 배가계통의 유전력 및 수량이 많은 순으로 30% 선발하였을 때 유전획득량을 산출한 결과는 표4와 같다. ADH계통과 MDH계통의 형질별 유전력은 각각 초장이 0.80 및 0.83, 엽수는 0.71 및 0.77, 개화일수는 0.65 및 0.81, 수량은 0.62 및 0.78로 MDH계통이 비교적 높게 나타났고, 그외 형질은 엽장이 0.40 및 0.26, 엽폭이 0.38 및 0.45, 전알카로이드 함량이 0.29 및 0.22, 세균성 마름병 이병지수가 0.10 및 0.12로 비교적 낮게 나타났다. 반수체 육성방법별 배가계통간에는 각 형질별로 비슷한 경향을 나타내었다.

선발효율을 위한 유전획득량은 ADH 계통이 수량을 비롯하여 조사된 전형질에서 증가하는

방향으로 나타났고 그 정도는 수량이 10.73 초장이 4.08로 비교적 높게 나타난 반면 그외 형질들은 0.02-0.48로 낮게 나타났다. MDH계통은 환원당함량을 제외한 모든 형질이 증가하는 방향으로 나타났으며 그 정도는 수량이 15.68, 초장이 12.53으로 높게 나타난 반면 그외 형질들은 0.08-0.65로 낮게 나타났다. 반수체 육성방법별 배가계통간의 유전획득량 비교에 있어서는 ADH계통과 MDH계통 모두 수량과 초장에서 크게 나타났고, 그외 형질들도 ADH계통이 0.02-0.48, MDH계통이 0.08-0.65로 거의 비슷한 경향을 나타내었다.

ADH계통은 초장, 엽수, 엽장, 엽폭, 개화일수, 수량, 전알카로이드 및 환원당 함량에서 특성의 변이가 인정되었고, 교배친의 평균치에 비하여 감소의 방향으로 나타난 것은 여러 연구자들의 보고와 일치하는 경향이다.^{2, 9, 10, 12)} ADH계통과

Table 4. Selection response from selecting the highest yielding 30% of the lines in anther-derived doubled haploid(ADH) and maternally-derived doubled haploid(MDH) from a BY4×NC95 cross

	Yield	Plant height	Leaves per plant	Leaf length	Leaf width	Days to flower	Total alkaloids	Reducing sugar	Disease index
F₁-ADH									
Population×	193.8	142.7	20.8	45.0	24.0	64.1	2.70	15.3	3.17
Best 9 lines (based on yield)	211.1	147.8	21.3	46.2	24.5	64.4	2.77	15.7	2.80
Heritability	0.62	0.80	0.71	0.40	0.38	0.65	0.29	0.65	0.10
Selection response ¹	10.73	4.08	0.36	0.48	0.19	0.26	0.02	0.26	-0.04
F₁-MDH									
Population×	199.6	145.3	20.4	46.2	24.4	62.8	2.83	16.0	3.65
Best 9 lines (based on yield)	219.7	160.4	20.8	48.0	25.1	63.6	2.98	15.5	2.79
Heritability	0.78	0.83	0.77	0.26	0.45	0.81	0.22	0.15	0.12
Selection response ¹	15.68	12.53	0.31	0.47	0.32	0.65	0.03	-0.08	-0.10
Check									
BY4	191.0	156.0	19.5	45.5	24.5	61.0	3.17	15.6	4.60
NC95	218.0	131.0	20.7	47.0	26.8	63.0	2.46	18.3	1.95

1: Predicted genetic gains and correlated responses.

MDH계통의 특성비교에 있어서 평균치간에 유의성이 인정되지 않았으나, ADH계통이 MDH계통에 비하여 생육특성이 감소의 방향으로 나타났다. 이러한 결과는 Wernsman³⁰⁾과 Kuma-shiro와 Oinuma³¹⁾의 보고와 비슷한 경향이였다. ADH계통의 수량 및 생육특성 저하의 원인에 대해서는 반수체 식물의 염색체를 배가시킬때 colchicine 처리에 의한 돌연변이설이 있으나³⁶⁾, Collins²²⁾, Burk와 Matzinger⁹⁾, Burk⁸⁾은 자연적으로 배가된 계통들의 수량 및 생육특성도 저하된다고 하였다. Burk와 Collins⁶⁾, Collins²²⁾

은 반수체 배가계통이 완전한 동형집합성이기 때문에 관행육성 품종보다 감소된 활력의 요인이라고 하였다.

Depaepe¹⁵⁾, Brown⁵⁾은 ADH계통을 다시 약배양하여 얻은 ADH계통에서도 생육이 저하된다고 하였으며, Burk와 Matzinger⁹⁾도 15세대나 자식한 품종을 재료로 한 ADH계통의 생육저하를 근교약세에 기인한 것으로 설명할 수 없다고 하였다. Arcia²⁾, Oinuma와 Yoshida³¹⁾는 ADH계통의 생육저하를 반수체 유기과정중에 일어날 수 있는 돌연변이에 기인될 가능성이 크다고

하였다. Wernsman 등⁵⁾은 일반적으로 같은 재료에서 유기된 ADH계통과 MDH계통간의 유전적 변이의 차이를 반수체가 유기되는 영양핵과 배낭핵의 유전적 특성에 기인된 것이라고 하였다. Kumashiro와 Oinuma²⁶⁾는 *N. tabacum*의 배주에서 유기한 배가계통(단위생식에 의한 배가계통)들이 열등한 방향으로 돌연변이가 없으며 ADH계통보다 변이가 적고 형질간 비교에서 교배친과 차이가 없다고 보고한 결과와 비슷하였다.

*N. africana*와 종간교배에 의한 MDH계통은 교배친의 평균치와 비교하여 대동하게 나타나, 종간교배에 의한 반수체 육성방법을 이용하는 것이 바람직할 것으로 고찰된다. 화학적 특성에서 ADH계통은 전알카로이드 함량의 평균치가 교배친의 평균치에 비하여 낮게 나타났으나, 유의차는 인정되지 않았다.

이러한 결과는 차이가 없거나 적은 편이라고 한 Arcia 등²⁾, Brown 등⁵⁾, Deaton 등¹⁴⁾, Burk와 Chaplin⁶⁾, Schnell 등³⁵⁾, Kasperbauer 등²⁴⁾의 보고와 일치하는 경향이다. 환원당함량에 있어서 ADH계통은 교배친의 평균치와 유의한 차이가 인정되지 않았으며 Burk와 Matzinger⁸⁾, Arcia 등²⁾, Schnell 등³⁵⁾도 차이가 없다고 하였다.

MDH계통은 ADH계통에 비하여 수량과 초장에서 크게 나타났으나, 그의 형질은 차이가 없었다. 수량을 선발목표로 할 때 MDH계통은 ADH계통에 비하여 집단의 평균수량과 선발된 계통의 수량이 높고 또한 유전획득량도 높아 약배양에 의한 반수체 육성방법보다는 종간교배에 의한 반수체 육성방법이 다수성계통을 선발하는데 더 효율적 방법인 것으로 고찰된다.

적 요

황색종 연초품종BY4 NC95를 교배한 한주의 F1식물로부터 약배양(F1-) 및 *N. africana*와의 종간교배(F1-MDH)로 반수체 배가계통을 각 30계통씩 육성하여 특성을 비교하였다.

ADH계통은 교배친의 평균치에 비하여 엽수가 많고 개화일수가 늦었으며, 엽폭이 좁은 편으로 유의성이 인정되었고, 그외의 조사된 형질은 모두 감소하는 편이었으나, 유의성은 인정되지 않았다. MDH계통은 교배친의 평균치에 비하여 엽폭이 좁게 나타난 것을 제외한 모든 형질들이 유의한 차이가 없었다. ADH계통은 MDH계통에 비하여 형질의 변이가 컸으며, 초장이 작고 개화일수는 늦은 편이었으며, 그외의 형질은 유의한 차이를 나타내지 않았다. 유전력은 ADH 및 MDH계통에서 모두 초장, 엽폭, 개화일수, 수량이 높게 나타났고 엽장, 엽폭, 전알카로이드 함량은 낮은 편이었다. 유전획득량은 증수방향으로 선발할 때 MDH집단이 ADH집단에서 보다 초장, 엽폭, 개화일수, 환원당함량 및 이병지수에서 크게 나타났으며, 이러한 형질들이 빨리 개량될 수 있을 것으로 기대된다.

참고문헌

1. Ahn, D.M., S. C. Lee, I. B. Yoon, and I. Heu. J. Korean Crop Sci. 22(1) : 41-44(1977).
2. Arcia, M.A., E.A. Wernsman and L.G.Burk. Crop Sci. 18 : 413-418(1978).
3. Bourgin, J.P. and J.P. Nitsch. Ann. Physiol. Veg. 9 : 377-382(1967).

4. Brown J.S. and E. A. Wernsman. *Crop Sci.* 22 : 1-5(1982).
5. Brown, J.S. E.A. Wernsman and R. J. Schnell II *Crop Sci.* 23 : 729-733(1983).
6. Burk, L.G. and J.F. Chaplin. *Crop Sci* 20 : 334-338(1980).
7. Burk, L.G., D.U. Gerstel and E.A. Wernsman. *Science* 206 : 206-585(1979).
8. Burk, L.G., G.R. Gwynn and J.F. Chaplin. *J. Hered*63(6) : 355-360(1972).
9. Burk, L.G. and D.F. Matzinger. *J. Hered* 67 : 381-384(1976).
10. Chaplin, J.F. and L.G. Burk. *Abstr. Southern Agri. Workers Conf. Memphis, Tennessee.* (1974).
11. Collins, G.B., P.D.Legg and M.J.Kasperbauer. *Crop Sci.* 14 : 77-80(1974).
12. Collins, G.B., P.D.Legg and C.C.Litton. *Tob. Sci.* 18 : 40-43(1974).
13. Cundiff, R.H. and P.C.Markunas. *Tob. Sci* 8 : 137-137(1964).
14. Deaton, W.R., P.D.Leeg and G.B.Collins. *Theor. Appl. Genet.* 62 : 69-74(1982).
15. Depaepe, R.,D. Bleaton and F.Gngangbe. *Theor. Appl. Genet.* 59 : 177-184(1981).
16. Depaepe, R.,C.Nitsch, M. Godard and J.Pernes. Potential from haploid and possible use in agriculture, In : *Plant Tissue Culture and its Biotechnological Application*(ed. : Barz, W.,E..Reinhard and M.H.Zenk) p.341-352. Springer-Verlag Berlin, Heidelberg, New York(1977).
17. Frey, K.J. and T.Horner *Agron. J.* 47 : 186-188(1955).
18. Gerstel, D.U.,J.A.Burns and L.G.Burk. *Tob. Sci.* 18 : 122-124(1974).
19. Harvey, W.R. and A.M.Palmer. *Tob. Sci.* 15 : 29-31(1971).
20. 허일, 윤인병, 이승철, 안동명, 중앙연초시험장, 시험연구보고서(육종분야)451-458(1976).
21. Kasperbauer, M.J. and G.B.Collins. *Crop Sci.* 12 : 98-101(1972).
22. Kasperbauer, M.J.,P.D.Legg and T.G.Sutton. *Crop Sci.* 23 : 965-969(1983).
23. 금완수, 경북대 박사학위 논문(1986).
24. 금완수, 정윤화, 정석훈, 이승철, 최상주, 한연지 7(1) : 93-96(1985).
25. 한국인삼연초연구소, 연구사업계획서(연초분야) 11-25(1980).
26. Kumashiro, T. and T.Oinuma. *Japan J. Breed.* 35 : 301-310(1985).
27. Kumashiro, T. and M. Oka. *Bull. Iwata Tob., Exp. Stn. Stn.* 10 : 31-39(1978).
28. Nakamura, A., T. Yamada, N.Kadotani, R. Itagaki and M. Oka. *SABRAO J.* 6(2) : 107-131(1974).
29. Nakata, K. and M. Tanaka. *Jap. J. Genet.* 43 : 65-71(1968).
30. Nitsch, J.P. and C. Nitsch. *Science* 163 : 85-87(1969).
31. Oinuma, T. and T. Yoshida. *Japan. J. Breed.* 24 : 211-216(1974)
32. Schnell, R.J. and E.A. Wernsman. *Crop Sci*

26 : 84-88(1986).

33. Schnell, R.J, E.A. Wernsman and L.G. Burk.
Crop Sci. 20 : 619-622(1980).

34. 손세호, 황주광, 최상주, 민영근, 금완수, 류
점호. 한국인삼연초연구소, 담배연구보고서
(경작분야 육종편) : 129-138(1982).

35. Wernsman, E.A.,D.F. Matzinger and R.C.Ru-
fty. 8th International Tobacco Scientific
Congress, Vienna, Austria(1984).

연초 Crown Gall Callus 유래 Teratoma Shoot의 생육과 발근에 미치는 식물호르몬과 활성탄의 영향

양덕춘, 강춘기*, 최광태

한국인삼연초연구소, 서강전문대학 식품영양학과*

Effects of Phytohormone and Activated Carbon on the Growth and Rooting of Teratoma Shoot Induced from Crown Gall Callus in *Nicotiana tabacum* cv. NC 2326

D. C. Yang, C. K. Kang* and K. T. Choi

Korea Ginseng & Tobacco Research Institute,
Dept. of Food and Nutrition, Seo Kang Junior college,

ABSTRACT

These studies were conducted to investigate effects of phytohormone and activated carbon on the growth and rooting of teratoma shoots induced from *Nicotiana tabacum* cv. NC2326 transformed by *Agrobacterium tumefaciens* C58.

GA was effective for shoot elongation and reduction of multiple shoots from teratoma shoot, however, leaves of teratoma shoot cultured on the medium with GA were pointed. ABA was also effective in promoting shoot elongation, but was not for reduction of multiple shoots.

Teratoma shoot cultured on the medium with 1% activated carbon promoted shoot elongation and inhibited the number of shoots differentiated, but was grown as abnormal shoot. Addition of 1% activated carbon and 0.5mg/l BA to culture media was effective for shoot elongation and reduction of multiple shoot and for formation of round leaves as normal leaves. Though these shoots were inoculated on the rooting medium, they could not form roots but formed multiple shoots.

Boric acid, myo-inositol and sucrose were also ineffective on the rooting of teratoma shoots.

서 론

토양세균인 *Agrobacterium tumefaciens*의 Ti-plasmid에 의하여 형질전환된 crown gall tumor 조직은 기내조직배양시 식물호르몬이 전혀 첨가되지 않은 기본배지에서 미분화상태의 종양 덩어리로 계속 성장하게 되며 간혹 종양세포들 중에서 일부세포가 분화되어 기형의 shoot를 형성하는데 이런 shoot를 teratoma라고 한다.^{5, 14)} Teratoma shoot는 정상 shoot와는 달리 계속적인 생장이 되지 않으며 shoot의 형태가 매우 차이가 있고 또한 전혀 root system을 갖고 있지 않다고 보고되어 있다.^{6, 10)} 이런 연유로 teratoma shoot에서 종자를 획득하기가 무척 어려운 실정이며 다음 세대를 이어가기가 힘들게 되어있다. 그래서 Turgeon 등^{12, 13)}은 연초 teratoma shoot에서 종자를 획득하기 위해서 정상식물체에 teratoma shoot를 접목시켜 식물체의 형태적 특성과 종자 획득여부를 조사하였던 바 teratoma shoot는 정상적인 생장이 가능하였으며 종자획득도 가능하였다고 보고하였다. 그러나 획득한 종자로부터 형질전환체의 특성인 T-DNA 존재여부를 확인한 결과 종양조직의 특성이 R1에까지 전이되지 못함을 보고하였다.⁴⁾ Yang 등¹⁶⁾도 이렇게 종양조직의 특성이 상실되는 것이 대부분 T-DNA의 상실에 의해서 일어난 것으로 보고하였으나 다시 DNA hybridization 결과 T-DNA의 약 25bp 정도의 border sequence는 그대로 존재한다고 보고하였다. 그러나 이런 접목방법에 의해서 종자를 획득하는 방법은 있었으나, 아직까지 식물호르몬이나 기타 촉착제등을 이용해서 teratoma shoot의 생장을 유도하여 종자를 획득하거나 뿌리를 유기하고자 한 결과는 없다. 다만 Yang 등¹⁵⁾에 의해서 teratoma shoot의 생장과 뿌리형성에

미치는 6-benzylaminopurine(BA)과 indolebutyric acid(IBA)의 효과에 대해서만이 보고된 바 있으나 커다란 효과를 보고하지는 못하였다. 본 실험은 teratoma shoot의 생장에 미치는 gibberellin(GA)과 abscisic acid(ABA)의 효과를 조사하였으며, 촉착제로서 활성탄 단독 및 BA와의 혼합처리시 teratoma shoot의 생장과 발근여부를 조사하였으며 또한 발근을 유도하기 위해서 myo-inositol, boric acid 및 sucrose의 효과를 조사하였다.

재료 및 방법

1. Teratoma shoot의 생장에 미치는 GA 및 ABA 영향

본 실험에 사용된 teratoma shoot는 *Nicotiana tabacum* cv. NC2326에 *Agrobacterium tumefaciens* C58를 감염시켜 형성된 shoot¹⁵⁾를 사용하였으며 사용배지는 Murashige and Skoog(MS) 개량배지를 사용하였다. Teratoma shoot의 생장에 미치는 gibberellin(GA)의 효과를 조사하기 위해서는 MS배지에 GA를 0, 25, 50, 75, 100mg/l 첨가하여 20일간 25°C의 배양실에서 광상태로 배양한후 성장된 shoot의 길이와 shoot의 수 그리고 explant에서 형성된 shoot와 callus의 무게를 함께 조사하였다. 또한 ABA의 효과를 조사하기 위해서는 ABA의 농도를 0, 0.3, 0.5, 1.0, 2.0mg/l 첨가하여 GA와 같은 방법으로 배양한후 조사하였다.

2. Teratoma shoot의 생장에 미치는 활성탄 및 BA의 혼합효과

Teratoma shoot의 생장에 미치는 활성탄과 BA의 효과를 조사하기 위해서 식물호르몬이 전혀 첨가되지 않은 MS배지에 활성탄을 0, 0.01, 0.05, 0.1, 0.5, 1.0% 추가로 첨가하여 25°C의 배

양실에서 20일간 배양한후 teratoma shoot의 길이와 새로 형성된 shoot의 수를 조사하였으며, 형성된 shoot의 형태도 함께 조사하였다. 또한 활성탄 1%에 BA의 농도를 0, 0.01, 0.5, 1.0, 2.0 mg/l 첨가한 배지에 teratoma shoot를 치상하여 상기 활성탄 처리구와 같은 방법으로 조사하였다. 활성탄 1%에서 형성된 shoot를 다시 발근배지에¹⁵⁾ 접종하여 뿌리의 형성여부를 조사하였다.

3. Teratoma shoot의 발근에 미치는 myo-inositol, boric acid 및 sucrose의 효과

Teratoma shoot의 발근을 유도하기 위해서 식물호르몬이 전혀 첨가되지 않은 MS배지에 myo-inositol의 농도를 100, 300, 500, 700, 1000 mg/l 처리하였고, sucrose 농도를 15, 30, 45, 60, 90g/l 처리하였으며, boric acid의 농도를 0, 1.5, 3.1, 6.2, 9.3mg/l 처리하여 20일간 배양한후 발근율과 shoot의 길이 및 새로 형성된 shoot이 수를 관찰하였다.

결과 및 고찰

1. Teratoma shoot의 생장에 미치는 GA 및 ABA의 영향

Agrobacterium tumefaciens C58균주내에 함유

되어 있는 pTiC58에 의해서 형질전환된 *Nicotiana tabacum* cv. NC2326 품종으로부터 유기된 teratoma shoot는 정상 shoot와는 달리 shoot가 계속적으로 성장하지 못하고 옆에서 새로운 shoot만이 형성되어 정상식물체로 성장할 수가 없으므로¹⁵⁾ 본실험에서는 teratoma shoot의 줄기신장을 유도하고 새로운 shoot의 형성을 억제하기 위해서 GA를 농도별로 처리하여 배양하였던 바, 한개의 explant당 shoot의 수가 GA무처리구 4.8개에 비해서 GA처리시에는 농도가 증가할수록 감소하는 경향을 보였으며 GA 50mg/l에서는 약 2배정도 감소되었다(Table 1). 또한 shoot의 길이생장도 무처리구 0.84cm에 비해 GA 처리시 공히 2배이상 길이생장이 되었다. 그러나 성장한 teratoma shoot의 형태는 정상식물체와는 달리 잎의 끝이 뾰족한 침엽상태로 되었으며(Fig. 1), 잎에 녹색부분이 상당량 없어지고 하얗게 되는 백화현상이 나타났다. 또한 shoot를 치상하였음에도 불구하고 shoot가 계속 성장하지 못하고 밑에서 많은 callus가 형성되는 경향을 보였다(Table 1).

일반적으로 teratoma shoot는 auxin양보다 cytokinin양이 다소 많을때 형성되는데 이는 *Agrobacterium tumefaciens*의 plasmid에 삽입되어 있는 T-DNA의 식물호르몬 자가합성 유전자의 발현

Table 1. Effect of GA on the formation and growth of teratoma shoots of *Nicotiana tabacum* L.

Conc. of GA (mg/l)	No. of shoots per explant	Length of shoot (cm)	Fresh weight of regenerant(g/flask)
0	4.8	0.84	3.761
25	3.6	1.65	4.167
50	2.7	1.82	3.672
75	2.7	1.75	2.628
100	2.4	1.65	2.299

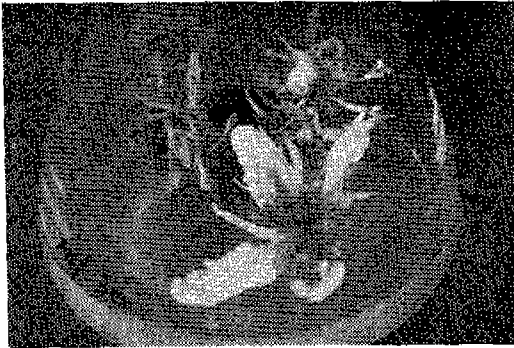


Fig 1. Phenotype of teratoma shoots cultured on the medium with gibberellin

에 의해서 일어나는 바^{1, 2, 3)}, 형질전환된 조직의 clone에 따라 식물호르몬의 발현이 다른 것은 T-DNA가 식물세포의 핵내로 삽입될때 부분적으로 재조합이 되었기 때문인 것으로 보고 되었다⁴⁾. 특히 crown gall tumor는 식물호르몬의 과잉에 의하여 tumor callus가 형성되므로¹⁾ tumor callus에서 분화된 teratoma shoot도 정상식물체의 shoot에 비해 식물호르몬이 많을 것으로 사료되어 과잉 생산된 식물호르몬을 생장억제제를 사용하여 조절하고자 추가로 배지에 생장억제 물질인 ABA를 첨가하여 teratoma shoot를 치상한

후 생육상태를 관찰한 결과 shoot의 길이는 상당히 신장되었으나 단일 shoot로 자라나지 못하고 다수의 shoot만이 형성되었다(Table 2).

2. Teratoma shoot의 생장에 미치는 활성탄 및 BA의 혼합효과

Teratoma shoot가 계속 성장하지 못하고 옆에서 새로운 shoot가 나오는 것이 식물호르몬 과잉으로 인하여 나타나는 현상으로 사료되는 바³⁾, teratoma shoot에서 생성된 식물호르몬을 흡착할 수 있는 활성탄을 처리하여 teratoma shoot에 작용하는 식물호르몬의 영향을 줄이기 위해서 활성탄을 농도별로 처리하여 배양한 후 teratoma shoot의 생육정도를 조사하였던 바, 활성탄의 농도가 증가할수록 explant당 생성된 shoot의 수가 감소되었으며, 특히 활성탄 1%에서는 무처리구에 비해 2배정도 감소되는 경향을 보였다(Table 3). 또한 잎의 길이생장에는 활성탄 0.5%까지는 거의 영향이 없는 상태이었으며 활성탄 1%에서 다소 길이가 길어지는 경향을 보였다(Table 3). 그러나 잎이 길며 폭이 좁은 기형의 잎이 형성되었고 잎의 색깔도 연한 녹색을

Table 2. Effect of ABA on the formation and growth of teratoma shoots of teratoma shoots of *Nicotiana tabacum* L.

Conc. of ABA (mg/ℓ)	No. of shoots per explant	Length of shoot (cm)
0.0	6.46	0.97
0.3	5.60	1.62
0.5	5.75	1.19
1.0	5.58	1.29
2.0	5.16	1.45

떨었다(Fig. 2-A). 그러나 활성탄의 농도가 2%에서는 shoot가 자라지 못하고 오히려 callus가 형성되는 모습을 나타내었으며(Fig 2-B) 고사율도 매우 높았다. 그러므로 다시 활성탄 1%가 첨가된 배지에 추가로 BA를 농도별로 혼합처리하여 teratoma shoot를 치상하였던 결과 BA 0.5mg/ℓ 이상부터는 explant당 teratoma shoot의 수는 현저히 감소하였으며, teratoma shoot의 길이도 상당히 신장하였다(Table 4). 또한 잎의 형태도 정상에 가까운 등그런 상태로 되었으며(Fig 2-C), 활성탄만 처리할 경우에 높았던 고사율도 BA의 첨가에 의하여 줄일 수 있었다(Table 4).

그러나 생장된 teratoma shoot를 다시 발근배지에 옮겨 발근을 시도하였으나(Fig 3-A), 전혀 뿌리는 형성되지 않고 생육된 shoot 위에서 다시 새로운 teratoma shoot만이 형성되는 경향을 보였다(Fig. 3-B).

Amasino와 Miller등³⁾은 crown gall callus와 teratoma shoot에서 식물호르몬의 함량을 측정해

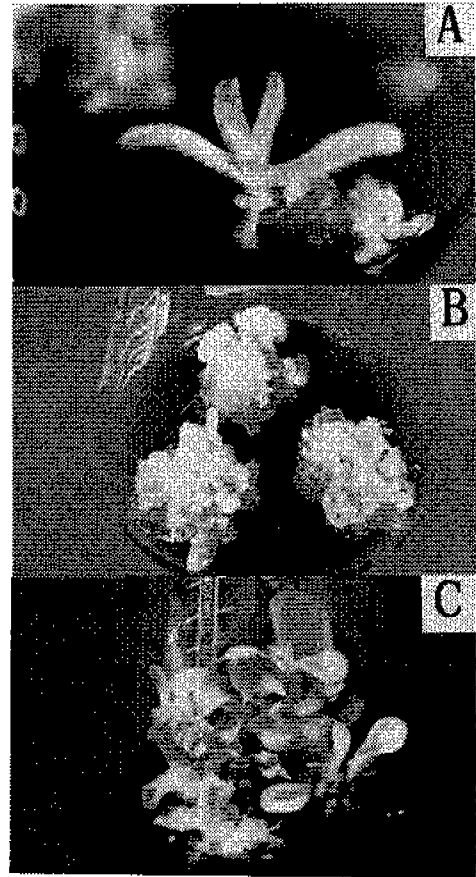


Fig 2. Phenotype of teratoma shoots cultured on the media with 1% activated carbon only (A), 2% activated carbon only(B) and 1% activated carbon and 0.5mg/ℓ BA(C).

Table 3. Effect of active carbon on the formation and growth of teratoma shoots of *Nicotiana tabacum* L.

Amount of activated carbon(%)	No. of shoots per explant	Length of shoot (cm)
0.00	4.6	0.81
0.01	4.2	0.80
0.05	3.4	0.81
0.10	2.9	0.90
0.50	2.6	0.98
1.00	2.3	1.13

Table 4. Effect of combination BA and activated carbon on the growth of teratoma shoots of *Nicotiana tabacum* L.

BA(mg/ℓ)	Conc. of activated carbon(%)	No. of shoots per explant(cm)	Length of shoot(cm)	Percentage of dead explant	Shape of leaf
0.00	1	3.31	1.03	28	Pointed
0.01	1	3.36	1.54	8	Pointed
0.50	1	2.23	2.67	4	Round
1.00	1	2.13	2.92	3	Round
2.00	1	2.86	2.89	5	Round

본 결과 단단한 tumor callus의 경우 cytokinin의 함량이 매우 높은 반면 IAA의 함량도 상당히 보유하고 있었다. 그러나 teratoma shoot의 경우에는 IAA의 함량이 tumor callus에 비해 3배 정도 적었으나 cytokinin량이 다소 많았음을 보고하였다. 본 실험에서 형성된 teratoma shoot도 auxin과 cytokinin이 다량 함유되어 정상 식물체와 같이 성장하지 못하다가 활성탄을 첨가하므로써 활성탄의 비율에 따라 2종류의 호르몬이 흡착되어 cytokinin/auxin의 비율이 분화에 적당한 상태가 되어 정상조직과 같이 다소 생장이 되었으나, auxin의 함량에 비해 cytokinin의 함량이 상대적으로 적어 침엽수와 같은 형태의 잎이 형성된 것으로 생각된다. 그러나 다시 외부에서 cytokinin을 0.5mg/ℓ 첨가해줌으로써 등그런 상태의 잎이 형성된 것으로 판단되며, 활성탄과 BA가 첨가된 배지에서 성장한 shoot를 다시 활성탄이 첨가되지 않은 일반 발근배지에 옮기면 계속 성장하지 못하고 또다른 teratoma shoot만이 형성된 것은 활성탄에 의해 호르몬이 흡착되지 못해서 조직내에 식물호르몬이 축적되어 새로운 teratoma shoot가 생겨난 것으로 생각된다.

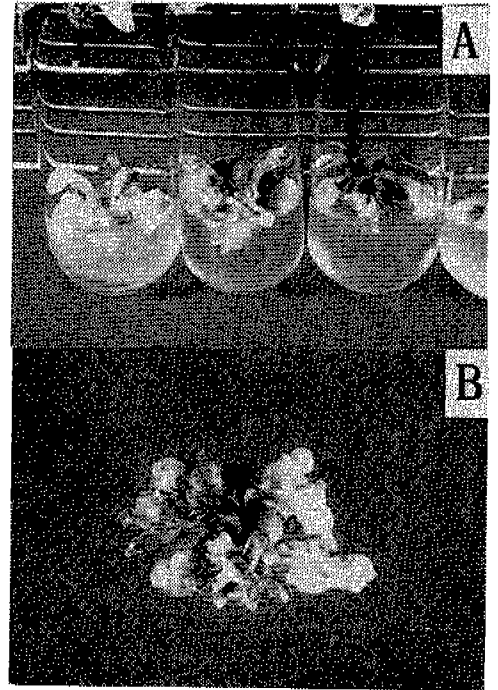


Fig. 3. Phenotype(B) of teratoma shoot cultured for 40 days after inoculation of A on the phytohormone free 1/2 MS medium.

3. Teratoma shoot의 발근에 미치는 myo-inositol, boric acid 및 sucrose의 효과

Teratoma shoot의 발근에 미치는 myo-inosi-

tol의 효과를 조사하기 위해서 농도별로 myo-inositol을 처리하여 발근율과 shoot의 길이 및 형성된 shoot의 수를 조사하였던바, 모든 처리구에서 공히 전혀 발근이 되지 않았으며 shoot의 길이에도 전혀 영향을 미치지 않았다(Table 5). 그러나 explant당 형성되는 shoot의 수는 boric acid를 전혀 첨가하지 않거나, MS배지에 비해 약 3배정도 많은 9.3mg/ℓ를 첨가하였을 때 다소 감소하는 경향을 보였다(Table 5). 또한 teratoma shoot의 발근에 미치는 myo-inositol의 효과를 조사하기 위해서 myo-inositol을 농도별로 처리하여 발근여부를 조사하였으나 역시 전혀 발근이 되지 않았으며 shoot의 길이와 explant당 형성된 shoot의 감소에도 커

다란 영향을 보이지 않았다(Table 6). Sucrose가 teratoma shoot의 발근에 미치는 효과를 조사하기 위해서 sucrose 농도를 MS배지에 함유되어 있는 30g/ℓ를 기준으로 하여 각각 1/2, 1.5, 2, 3배량으로 처리하여 발근율을 조사한바 발근에는 전혀 영향을 미치지 못했으며, shoot의 생장에는 오히려 sucrose의 농도가 증가할수록 크기가 작아지는 경향을 보였다. 그러나 새로 형성된 shoot의 수는 sucrose의 농도가 증가할수록 감소되는 경향을 보였다.(Table 7).

Teratoma shoot에서 발근이 어렵다는 사실은 이미 보고되어 있으며^{7, 8)} Yang등¹⁵⁾도 teratoma shoot의 발근에 미치는 IBA를 처리한 결과 전혀 발근을 유도할 수 없었다고 이미 보고한바 있다.

Table 5. Effect of boric on the rooting and growth of teratoma shoots of *Nicotiana tabacum* L.

Conc. of boric acid(mg/ℓ)	Rooting ratio(%)	Length of shoot (cm)	No. of shoot per explant
0	0	0.71	3.90
1.5	0	0.72	4.82
3.1	0	0.74	4.70
6.2	0	0.72	4.44
9.3	0	0.71	3.30

Table 6. Effect of myo-inositol on the rooting and growth of teratoma shoots of *Nicotiana tabacum* L.

Conc. of myo-inositol(mg/ℓ)	Rooting ratio (%)	Length of shoot (cm)	No. of shoot per explant
100	0	0.63	5.58
300	0	0.68	6.06
500	0	0.64	6.64
700	0	0.63	6.22
1000	0	0.66	5.10

본실험에서도 teratoma shoot의 발근에 미치는 boric acid, myo-inositol 및 sucrose의 영향을 조사하였으나 전혀 효과가 없었다(Table 5, 6, 7). Jarvis와 Booth등¹⁾은 myo-inositol 처리후 봉소를 공급하였을 때 발근이 촉진되는데 이는 myo-inositol이 발근을 촉진시키는 역할을 하고 봉소는 앞으로부터 형성된 발근촉진물질의 전이를 유

발시키거나 지속시켰기 때문이라고 하였다. 또한 Rawal과 Melta²⁾는 담배의 반수체식물에서 sucrose 농도를 증가시켰을 때 발근율과 발근형성 시기가 빨라졌다고 보고하였다. 그러나 본실험에서는 이런 물질을 처리하였음에도 전혀 발근이 되지 않았는 바, 추후 이에 대해서는 좀더 광범위한 연구가 진행되어야 할 것으로 생각된다.

Table 7. Effect of sucrose on the rooting and growth of teratoma shoots of *Nicotiana tabacum* L.

Conc. of sucrose (mg/ℓ)	Rooting ratio(%)	Length of shoot(cm)	No. of shoot per explant
1.5	0	0.70	5.24
3.0	0	0.67	6.34
4.5	0	0.60	6.22
6.0	0	0.59	4.80
9.0	0	0.55	3.10

결 론

Agrobacterium tumefaciens C58의 감염에 의해서 형질전환된 *Nicotiana tabacum* cv. NC2326으로부터 유기한 teratoma shoot의 성장과 발근을 유도하기 위해서 본실험을 수행하였다. GA는 teratoma shoot의 길이생장과 multiple shoots의 감소에는 효과적이었으나 잎의 형태는 정상식물체와는 달리 잎의 끝이 뾰족한 침엽상태로 되었다. ABA도 teratoma shoot의 길이생장에는 다소 효과가 있었으나 multiple shoot의 감소에는 전혀 효과가 없었다. 1%의 활성탄 첨가는 teratoma shoot의 길이생장과 multiple shoot의 감소에는 매우 효과적이었으나 shoot의 형태는 비정상적이었다. 그러나 1%의 활성탄과 0.5mg/ℓ의

BA와 혼합처리된 배지에서 성장한 teratoma shoot는 정상식물체와 비슷하게 성장하였다. 그러나 이 shoot를 다시 발근배지에 접종하였을 때는 전혀 발근이 되지 않았으며 옆에서 새로운 shoot가 다시 형성되었다. Teratoma shoot의 발근에 미치는 boric acid, myo-inositol 및 sucrose의 효과는 전혀 없었다.

참고문헌

1. Akiyoshi, D.E., R.O. Morris, R. Hinz, B.S. Mischke, T. Kosuge, D.J. Garfinkel, M.P. Gordon and E.W. Nester. Proc. Natl. Acad. Sci. USA 80 : 407-411(1983).
2. Akiyoshi, D.E., H. Klee, R.M. Amasino, E.W.

- Nester and M.P. Gordon. Proc. Natl. Acad. Sci. USA 81 : 5994-5998(1984).
3. Amasino, R.M. and C.O. Miller. Plant Physiol. 69 : 389-392(1982).
4. Barton, K.M., A.N. Binns, A.J.M. Matzke and M.D. Chilton. Cell 32 : 1033-1043(1983).
5. Braun, A.C. and U. Naf. Proc. Soc. Exp. Bid. Med. 86 : 212-214(1954).
6. Braun, A.C. and H. N. Wood. Proc. Natl. Acad. Sci. USA 73 : 496-500(1976).
7. Gresshoff, R.H., M.P. Gordon. E.W. Nester and M.D. Chilton. Nature 269 : 535-536 (1977).
8. Hernalsteens, J.P. Nature 287(16) : 654-656 (1980).
9. Jarvis, D.C. and A. Booth. Physiol. Plant (Copenhagen) 53 : 213-218(1981).
10. Owens. L.D. Plant Physiol 69 : 37-40(1982).
11. Turgeon, R., H.N. Wood and A.C. Braun. Proc. Natl. Acad. Sci USA 73 : 3562-3566(1976).
12. Turgeon, R. Planta 153 : 42-48(1981).
13. Wood, H.N. A.N. Binns and A.C. Braun. Differentiation 11 : 175-180(1979).
14. Yang, D.C. and K.T. Choi. Journal of the Korean Society of Tobacco Science 13(1) : 36-42(1991).
15. Yang, F.M., A.L. Montoya, D.J. Merlo, M.H. Drummond, M.D. Chilton, E.W. Nester and M.P. Gordon. Mol. Gen. Genet. 177 : 707-714(1980).

담배육묘를 위한 저면관수 연구 I. 저면관수가 묘의 생장 및 묘상 온도에 미치는 영향

반유선, 한종구, 신승구, 류익상

한국인삼연초연구소 음성시험장

Study on the Bottom Watering for Growing of Tobacco Seedling I. Effect of Bottom Watering on Seedling Growth and Temperature of Seedbed

Y. S. Ban, J. K. Han, S. K. Shin and I. S. Ryu

Eumseong Experiment Station, Korea Ginseng & Tobacco Research Institute.

ABSTRACT

This study was conducted to determine the effects of the bottom watering method on seedling growth, temperature of seedbed and working hours.

The results of compared conventional watering with bottom watering were as follows :

1. The lowest and highest temperature on surface of bottom watering seedbed were higher about 2-3°C and 3-5°C than those of conventional plot, respectively.
2. At 30 days after seeding, flesh and dry weight of seedling in bottom watering seedbed were heavier about 121% and 62% than those of seedling in conventional plot, respectively, while dry ratio of that was lower about 30.2%.
3. Plant height of transplanting seedling in bottom watering seedbed was higher about 4-5cm than that of seedling in conventional plot. Otherwise, ratio of top to root and length of root were not significant.
4. Working hours of bottom watering for growing seedling were reduced 40.9% and 53.4% in primary and secondary seedbeds as compared with those of conventional plot, respectively.

서 론

연초 재배에 있어서 육묘 방법은 60년대 말까지 노지에서 온상 육묘, 70년대에 비닐하우스를 이용한 온상육묘, 그리고 1984년도 부터 비닐하우스에서 스티로폴 상자를 이용하는 방법으로 변천되어 왔다.^{4,11,13,14)}

또한 육묘 방법은 70년대 후부터 모상과 자상으로 분리하여 육묘하는 방법으로 전환되었으며 묘상용 상토로 1976년을 전후하여 삼합토(퇴비+원야토+모래)를 이용하였으나 그후 병해방제에 효과가 큰 훈탄상토(훈탄 7:원야토 3)로 대체되었고,^{1,11,13)} 관수 방법은 파종후 매일 2회씩 조수로 관수 하는 방법이 관행화되어 왔다.

최근 고등 소재 재배에 있어서 생력 및 청정 재배를 목적으로 무토양 및 양액 재배 기술이 개발되어 실용화 되고 있다.^{2,3,5,6,9,12)}

현행 육묘 체제는 농가별로 이루어지고 있어서 묘 생산비가 높으며 또한 현행육묘 방법을 이용하여 집단육묘를 하더라도 상토의 확보나 관수에 많은 노력이 소요되는 등의 문제점이 있다.

따라서 본 시험은 양액 재배방법 중에서 수경 재배와 사경재배를 절충한 저면관수 방법에 따른 육묘방법의 생력화 및 집단육묘의 가능성을 검토하기 위하여 수행되었다.

재료 및 방법

본 연구는 한국 인삼 연초 연구소 음성 시험장의 비닐 하우스와 온실에서 실시하였다. 공시 품종은 NC 82를 사용하였으며 육묘 상자는 스티로폴 상자(63×45cm)에 상토는 Vermiculite와 낙엽 부숙 분말 퇴비를 5:5로 혼합한 상토를 사용 하였으며, 자상도 같은 상토로 49월 비닐꽃

트에 임시 심기를 하여 육묘 하였다. 파종은 3월5일, 임시 심기는 4월30일 실시하였다. 관수 방법에서 관행구는 표준 육묘방법에 준하였고 시험구인 저면관수 방법은 폭 180cm×길이 400cm×높이 20cm되는 상판을 만들고 그 내부의 저면을 수평으로 잡고 일반 하우스용 비닐을 2층으로 깔고 물의 높이를 1/2정도 채워 그위에 파종 상사인 스티로폴상자를 부상 시켰으며 발아후 1주일후에 양액(4종복비 하이포넥스 2000 배액)을 만들어 물을 교체하여 관리하였다.

자상은 49월 비닐꽃트 밑에 직경 2mm구멍을 뚫어 관행과 같이 임시 심기 한후에 스티로폴판(90cm×180cm×2cm)에 10cm간격으로 직경 3cm구멍을 뚫고 그위에 모세관 현상에 의한 수분 공급을 위하여 광목, 소창을 깔고 그위에 임시심기 꽃트를 배열한 처리와 비닐을 깔고 물을 3cm높이로 넣고 임시심기 꽃트를 배열하여 각각 육묘을 하였다. 자상의 관행은 양액(하이포넥스 2000배액)을 위에서 관수하고, 저면관수 방법은 자상 처음부터 양액을 채워서 육묘하였다.

온도 조사는 자상에서 3월23일-4월5일(12일) 하우스내에서 09시에 보온 덮개를 열고 16시 피복물을 덮어 자동 온도 기록 측정기(KONICS CO.)를 이용하여 수온, 상면 및 하우스의 내부 온도를 각각 측정 비교 하였다.

임시 심기묘와 이식묘의 생육조사는 한국인삼 연구소 표준조사 방법에 준하여 실시하였다.

결과 및 고찰

1. 온도변화

비닐 하우스내 (50평) 저면관수 육묘방법에 따른 각 부위별 온도 조사는 3월23일부터 4월5일에 걸쳐 조사하였으며 최저 온도(06시), 평균

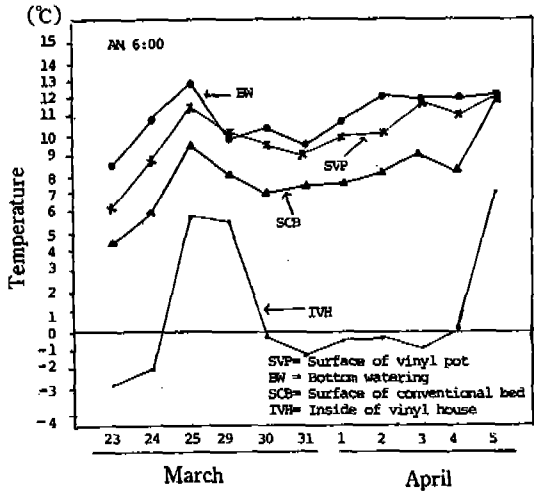


Fig. 1. The comparison of temperature in a primary seedbed among treatments at A.M 6.

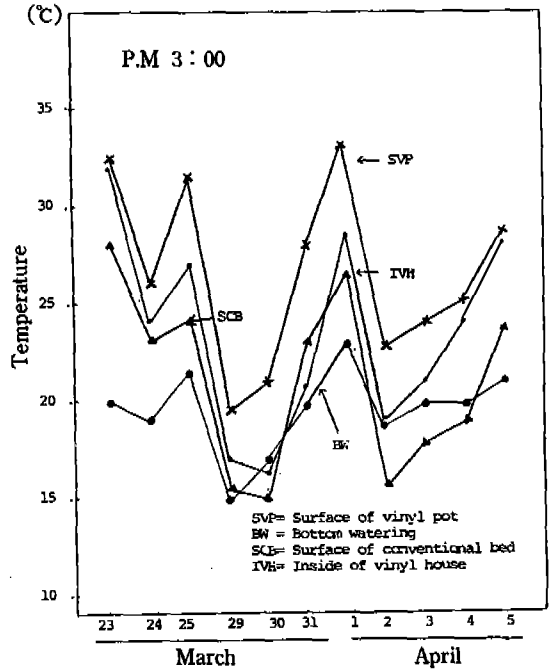


Fig. 3. The comparison of temperature in a primary seedbed among treatments at P.M 3.

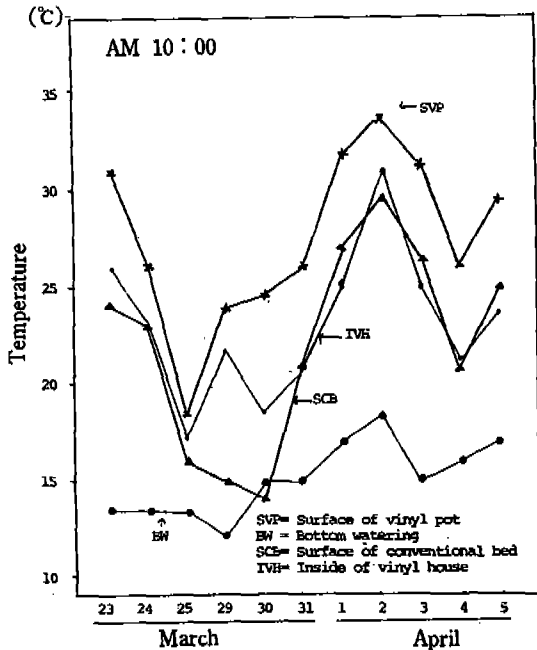


Fig. 2. The comparison of temperature in a primary seedbed among treatments at A.M 10.

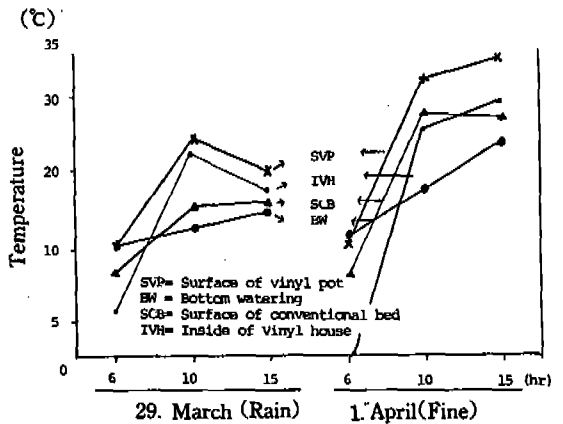


Fig. 4. The comparison of temperature between fine and cloudy weather.

담배육묘를 위한 저면관수 연구
I. 저면관수가 묘의 성장 및 묘상온도에 미치는 영향

온도(10시), 및 최고 온도(15시)를 조사한 결과 그 변화는 그림 1, 2, 3과 같고 청천일과 담천일의 온도변화는 그림 4와 같다.

• 최저온도

최저온도의 변화는 그림1에서 보는 바와 같이 하우스 내부온도(IVH) <관행 상면 온도(SCB) <저면관수 상면온도(SVP)<수온(BW) 순으로 높았으며 관행 상면온도 보다 저면관수 상면온도 2-2.5℃, 수온(BW)3-4℃정도가 높아 저온기에 온도 상승 효과를 나타내 주고 있다.

• 평균온도

상면온도는 관행구보다 저면관수 처리한 상면 온도가 다소 높았으며 온도의 상승은 하우스 내부 온도 변화와 같게 나타났다.

• 최고온도

관행 상면온도 보다는 3-5℃ 정도 높게 나타났으나, 담배 생육 최적 온도 31℃에 근접하여 크게 우려할 것은 아니나 통풍 관리에 주의하여야 할 것으로 여겨진다.

• 청천일과 담천일의 온도 변화

담천일(3월29일)과 청천일(4월1일)의 일중 온도 변화는 그림 4에서 보는바와 같이 저면관수의 수온변화는 담천일에 일중 온도가 10-12℃ 범위이고, 청천일은 10-23℃의 온도변화를 나타냈고, 담천일이나 청천일 공히 관행 상면온도 보다는 저면관수한 상면온도가 높아 묘생육이 좋았던 것으로 여겨진다.

2. 묘생육

○ 묘상 : 파종후 30일에 조사한 임시 심기묘의 생육 상황은 표1에서 보는바와 같이 묘의 생체중은 관행(6.79g/30주)에 비하여 저면관수 처리한 묘는(14.99g/30주)로 2배 이상 더 무겁고 건물중도 0.28g/30주 더 무거웠으나 건물율은 관행구가 높게 나타났다.

Table 1. The growth Characters of temporary planting seedlings.

Bottom watering			Conventional watering		
F.W(g)	D.W(g)	D.R(%)	F.W(g)	D.W(g)	D.R(%)
11.62	0.65	5.59	7.83	0.53	6.77
11.63	0.59	5.07	7.89	0.49	6.21
13.16	0.63	4.79	6.03	0.43	7.13
18.82	0.75	3.99	6.66	0.44	6.61
17.96	0.92	5.12	7.19	0.44	6.12
16.76	0.83	4.95	5.12	0.34	6.64
14.99**	0.73*	4.66	6.79	0.45	6.63*

F.W=Fresh weight, D.W=Dry weight,

D.R=Dry ratio,(Weight/30 plants)

*, ** : significant by T-test at 0.05 and 0.01 level, respectively.

• 이식묘 생육

이식묘의 생육 상황을 표2에서 1, 2차 시험의 평균값으로 비교하면 초장, 지상부의 생체중, 건물중에서 각각 5%의 유의성이 나타났다. 처리별

Table 2. The growth characters of transplanting seedlings.

Treatment	Plant height(cm)	No. of leaves	Length of root(cm)	F.W(g)		D.W(g)		T/R
				Top	Root	Top	Root	
control	12.1	9.7	9.7	13.7	3.3	1.36	0.34	4.19
Styrop(S)	14.3	9.8	8.4	16.1	4.0	1.52	0.38	3.99
S+Sochang	12.9	9.8	9.6	14.8	4.5	1.84	0.40	4.65
Vinyl	11.3	8.9	10.7	12.2	3.3	1.35	0.30	4.50
L.S.D 0.05	1.74	N.S	N.S	2.9	N.S	0.34	N.S	N.S

Investigated date : 1(April, 28), 2(May, 1)

F.W : Flesh weight, D.W : Dry weight, T/R : Ratio of top to root.

로 비교하면 초장 및 지상부의 생육은 저면 관수 처리구의 스티로폴+소창(S+S) 스티로폴(S) 관행 비닐 처리구 순으로 생육이 왕성한 것으로 나타났고 엽수, 근장, T/R을 및 생체와 건물의 근중에서는 유의성이 인정 되지 않았다.

이와 같은 결과는 저면관수 처리구에서 육묘 기간 동안에 온도의 상승에 의한 보온 효과^{8,9)}에 의한 것으로 생각되며, 생체중과 건물중에서 지상부 보다 지하부 발육이 저하된 것은 저면관수에 의한 양액 공급이 원활하였던 것에 기인된다.

3. 생력 효과

- 모상 설치 작업 : 모상의 설치 노동 시간은 표3과 같이 스티로폴 상자(8상자) 20a용 육묘로 비교하면 작업 내용 및 시간이 같게 나타났다. 상자 육묘시 작업 내용이 6단계로 구분되는데 관행 (스티로폴상자)은 상자내의 보온 즉 축열의 효과를 얻기 위하여 짚을 5-7cm로 갈라 상자에 5cm정도 깔아 주는 작업이 필요한데 저면관수 육묘방법에서는 이와 같은 작업을 생략하게 된다.

그러나 저면관수 육묘시는 상면의 수평 고르

Table 3. The comparison of working hours for primary seedbed establishment.

Item	(min/20a)	
	Conventional watering (min.)	Bottom watering (min.)
Leveling ground	20	20
Cutting and spread of straw	20	-
Making of seedbed soil	20	20
Mixture of soil	20	20
Spread of seedbed soil	10	10
Covering of vinyl	-	20
Total	90	90

기 및 비닐 깔기 작업이 필요하므로 관행 작업이 없는 작업을 하므로 소요 작업, 내용과 시간이 동일 하므로 모상 설치 노력은 동일하게 나타났다.

- 모자상 관리 작업 : 모자상의 육묘 기간동안의 육묘관리 노력은 표4와 같이 모자상의 관리 작업은 46.1% 생력효과를 나타냈다. 모상의 관리방법은 피종후 30일간 스티로폴 상자로 보온 관리하고 관수 관리는 1일 2회씩 25일간 관수작업을 필수적으로 하여야 하는데 저면관수

Table 4. The comparison of working hour for management of primary and secondary seedbed. (min/20a)

Item	Conventional watering		Bottom watering		C.W.H
	Working item	Time	Working item	Time	
P.S.B	Keeping warm(30×2/day)	600	(30×2/day)	600	40.9
	Watering	500	(25×1/6day)	50	
	Total	1100		650	
S.S.B	Keeping warm(15×2/day)	300	(15×2/day)	300	54.3
	Watering (20×2/day)	400	(20×1/10day)	20	
	Total	700		320	
	Total	1800		970	46.1

C.W.H= Curtailment of working hour

P.S.B=Primary seedbed, S.S.B=Secondary seed bed

참 고 문 헌

1. 담배연구보고서. (재배편) 생력 재배 체계 시험. PP.577-585(1986).
2. Fellers, C.R. The effect of inoculation, fertilizer treatment and certain minerals on the yield, composition and nodule formation of soybeans. Soil Si.(6) : 81-119(1918).
3. 板木利隆. 施設園藝裝置は 栽培技術. 育苗技術の改善編. (1983).
4. 鶴田 繁. 葉たばこ技術 研究史 耕作法. 日本たばこ技産業(株). PP.9-23(1990).
5. 김명록. 소채류의 무토양 재배에 관한 研究. 전주대 논문집 13. PP.387-398(1974).
6. Lee Hong Suk, Yun Sung Hwan. Studies on the Response of Rhizobium inoculation and Nitrogen Concentration to Soybean Growth in Nutri-culture. Korean J. Crop Sci. 34(4) : 400-407(1989).
7. Mann, J. D., E. G. Jaworski. Comparison of stress which may limit soybean yields. Crop Sci. (10) : 620-624(1970).
8. 村岡洋三. 담배의 發育 生理에 관한 研究. 岡山試報 13. (1956).
9. 農村振興廳. 養液 栽培編. 榮農後繼者教材. PP.1-39(1990).
10. 小倉 幸. 육묘 하우스 형태와 保溫性에 관한 研究. 葉たばこ 研究. 56(1971).
11. 노재영, 신주식. 담배과학 총설. 한국연초 학회. PP.114-152(1987).
12. 山崎肯哉. 養液 栽培 全篇 博友社. (1982).
13. 연초 재배론. (재배편) 연연초 생산 조합 연합회 교육원. (1988-1990).
14. 잎담배 생산 지침. 한국담배인삼공사. (1978-1990).

육묘는 6일에 1회씩만 관찰하면서 양액을 보충하여 주면 되므로 관행상자 육묘방법에 비하여 40.9%의 생력효과를 나타냈다.

자상의 관리는 임시 심기후 20일간인데 보온관리는 15일간으로 동일하였으며 관수 관리에서 관행은 20일간 1일 2회씩하는 작업을 저면관수 육묘방법은 10일에 2회 양액으로 보충하고 이식 4-5일전에 양액인 저면관수 물을 제거하여 경화 처리하여 건묘를 육성하게 되는데 이때 생력효과는 54.3%로 나타났고 모자상 관리작업은 46.1%의 효과를 나타냈다.

결 론

담배육묘의 관수방법을 저면관수 처리방법(지면을 수평으로 하고 비닐을 깔아 담수하여 파종상(스치포폴 상자)을 부상시키는 방법)으로 개선 하였을 때의 상내 온도변화와 생육 및 생력효과를 관행 방법과 비교검토한 결과 다음과 같다.

1. 관행육묘상보다 저면관수 육묘상의 최저 및 최고 온도가 각각 2-3°C와 3-5°C 높았다.
2. 파종후 30일 후에 묘의 생육을 비교 하였을 때 저면관수구는 관행구 보다 생체중이 121%, 건물중 62% 각각 증가 되었으나, 건조 비율은 30.2%가 낮았다.
3. 이식묘(자상)의 생육에서 저면관수구는 관행구 보다 초장이 4-5cm 컸고 근장은 대등하였으며 T/R율은 저면관수가 높았으나 유의차는 없었다.
4. 저면관수는 관행에 비해 모상에서 40.9%, 자상에서 54.3%의 생력효과가 있었다.

열풍건조시 적입 및 송풍량에 따른 황색종 연초엽의 이화학성 변화

석영선, 노재영*

한국인삼연초연구소, 충북대학교 연초학과*

Effects of Leaf Loading Quantity and Circulating Air Volume on the Physical and Chemical Characteristics during Curing in Flue-cured Tobacco Leaves.

Y. S. Seok and J. Y. Rho*

Korea Ginseng & Tobacco Research Institute.

Department of Tobacco Science, Chungbuk National University*

ABSTRACT

This studies were carried out to investigate the effects of leaf loading quantity and circulating air volume during bulk curing on the variation of physical and chemical characteristics in flue-cured tobacco.

The results are as follows :

1. The content of sugar in cured leaves was decreased with more circulating air volume and leaf loading quantity at bulk curing.
2. Total nitrogen and protein nitrogen were decreased with less circulating air volume and more leaf loading quantity, while amino nitrogen was increased.
3. The contents of linolenic acid and linoleic acid were increased with more leaf loading quantity and oxalic acid and citric acid had a tendency of being increased in case of high circulating air volume.
4. In general, major aromatic compounds were increased through flue-curing. Relatively high content of solanone in case of lower air volume and less leaf loading were observed, while megastig matrienone was increased when leaf loading was small.

5. The more circulating air volume with leaf loading quantity caused lowering equilibrium moisture content and higher shatter index, which resulted in poor quality of cured leaves based on quality index, nitrogen number, taste index, phillips index, and sugar-nicotine ratio.

서 론

연초건조는 단순한 탈수건조와는 달리 탈수와 함께 품종의 특성과 제조용도에 맞도록 색상, 내용성분, 물리성등의 변화를 꾀하는데 있다. 황색종 연초는 향각미용으로서 건조시간이 80~150시간으로 비교적 짧은 기간내에 색상과 화학성분을 바람직한 방향으로 변화시켜 탈수건조를 완료하여야 하며 이를 위하여서는 건조경과에 따라 적절한 조건을 부여하여야 한다. 건조실내의 환경조절에 있어서 자연대류를 응용하는 방법이 Johnson⁹⁾ 등에 의하여 개발된 열풍건조기로 대체되어 급진적으로 발전하여 왔다. 우리나라에서는 1979년부터 열풍순환벌크건조기가 도입되어 생산성이 크게 향상되었으나 자연대류를 이용한 건조엽에 비하여 외관품질은 다소 향상되었지만 향각미와 물리성이 떨어져 문제점으로 대두되고 있다.^{4, 15)} 이는 건조기의 성능에 따른 이용의 부적절, 적기에 적절한 조작의 결여, 적입 및 풍량의 증대등 건조조작을 무리하게 하는데 기인되고 있음이 지적되고 있다.^{3, 10)} 건조중의 잎담배 화학성분 변화는 주로 온도 조건에 영향을 받으나 송풍량과 적입량과도 관련이 있으며, 특히 건조엽의 향각미는 송풍량의 영향을 많이 받는 것으로 보고되고 있다.^{10, 13, 15, 16)}

본 실험은 벌크건조기의 송풍량과 적입량을 달리 하였을 때 건조중 잎담배 이화학성 변화를 조사하여 적절한 송풍량 및 적입량 설정의 기초자료를 얻고자 실시하였다.

재료 및 방법

잎담배 건조시료는 한국인삼연초연구소 경작 시험장에서 절충멸칭으로 표준재배한 NC2326의 적숙된 중본엽(적심후 상위엽으로부터 8~10매엽)을 사용하였다. 공시건조기는 송풍량 조절장치를 설치한 동일규격의 15m³, 2단형 열풍순환 벌크건조기를 사용하였다. 적입량을 80kg/m³ 및 96kg/m³, 송풍량을 분당 100m³/15m³ 및 130m³/15m³으로 하여 황색종 표준건조법에 준하여 건조하면서 황변말기, 선택고정중기, 선택고정말기 및 건조 종료시에 채취하여 엽육만을 분석시료로 사용하였다. 시료 채취시 엽육이 완전히 건조되지 않은 선택고정 중기 이전의 것은 냉동건조기(-50°C, 50m torr)에서 동결건조하였으며, 건조엽은 건조 종료시에 채취하여 즉시 분쇄하였다. 건조엽의 물리성은 0.9mm 폭으로 썰어서 온도는 23°C, 상대습도는 65% R.H.에서 36시간 조화시켜 측정하였는데 부스러짐성은 60mesh 체로 친후 100g을 취하여 Ball mill에서 15분간 rotaring한 다음 25mesh sieve shaker에 3분간 체질하여 통과한 양을 백분률로 표시하였고, 부풀성은 Heir Borgwaldt로 측정하였다. 성분분석은 전당, 환원당, 니코틴은 자동분석기(Technicon A.A-III)를 이용하였고, 전질소는 Kjeldahl법, 단백태질소는 Trichloroacetic acid법, 암모니아태질소는 흡광도법, 질산태질소는 Dimethyl phenol법, 유기산 및 지방산은 Court와 Hendel법, Solanone 등 향기성분은 동시증류 및 추출장치를 이용하여

추출하고 추출물을 증성부와 산성부로 분획한 다음 기체 크로마토그래피로 분석하였으며, 기타는 담배성분 분석법(한국인삼연초연구소, 1991)에 준하여 실시하였다.

결과 및 고찰

적입 및 송풍량을 달리하였을 경우 잎담배 건조과정중 엽록소 함량의 변화는 그림1에서와 같이 황변기에는 적입량이 많고 송풍량이 적을 경우에 분해가 빨랐고, 80kg/m² 100m³/15m³에서는 선택고정 초기에 많이 분해되어 건조엽에서의 함량이 가장 낮았다.

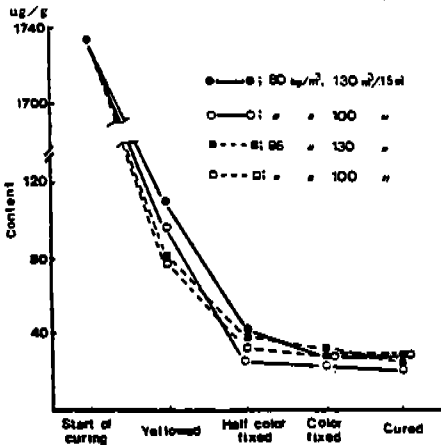


Fig. 1. Changes in chlorophyll content of tobacco leaves during curing under different leaf loading quantity and circulating air volume in curing barn.

잎담배 건조중 전분의 분해는 입자의 표층부터 순차적으로 분해(reverse apposition break down)가 일어나고 건조가 진행될수록 분해되기 쉬워지며,^{11) Kakie¹²⁾는 건조중 당대사에 대하여 포도당과 과당은 자당으로 합성되는데 선택고정기 이후에는 변화하지 않으며, 자당은 갈변시에 포도}

당과 과당으로 가수분해 된다고 하였다. 전분, 전당, 환원당의 변화는 표1과 같이 전분은 적입량이 많을 경우 황변기에는 적게, 선택고정기에는 크게 감소하였으나 선택고정 중기에는 적입량간에 차이가 없었다. 송풍량에 따라서는 선택고정 중기이후에 송풍량이 많을 경우에 감소율이 작은 경향이였다. 건조엽의 함량은 적입량이 적고 송풍량이 많은 80kg/m², 130m³/15m³에서 높았다. 전당과 환원당은 적입량 80kg/m²에서는 송풍량간에 별 차이가 없었고, 96kg/m²에서는 송풍량이 적은 경우에 증가속도가 느려 최고 함량값에 이르는 시기도 늦었다.

질소화합물의 함량변화는 표2에서와 같이 전질소는 적입량이 적고 송풍량이 많은 처리에서 건조후기의 감소율이 낮아 건조엽에서의 함량이 가장 높았다. 단백태질소는 건조진행과 함께 감소하였는데 건조초기의 감소율은 80kg/m², 130m³/15m³에서 작았고, 96kg/m², 100m³/15m³에서 커 단위풍량이 적을수록 감소율이 크게 나타났다. 아미노태질소는 적입량 80kg/m²에서는 송풍량에 따른 차이가 없었으나 90kg/m²에서는 송풍량이 적을 경우에 크게 증가하였고, 암모니아태와 질산태질소는 처리간에 차이가 없었다.

연초엽의 유기산중 비휘발성은 능금산, 구연산과 수산, 휘발성은 초산과 개미산으로 알려져 있는데 건조중에 능금산과 수산은 감소하고 구연산은 증가하는 것으로 보고되어 있다.^{2, 3)} 비휘발성 유기산 중 수산과 구연산의 건조엽중의 함량은 표3에서와 같이 적입량이 적을 경우에 높았고, 적입량이 같을 경우에는 송풍량이 많은 처리, 즉 단위풍량이 많을 수록 함량이 높아 80kg/m², 130m³/15m³에서 가장 높았다.

Table 1. Changes in carbohydrates of tobacco leaves during curing under different leaf loading quantity and circulating air volume in curing barn.

(% of dry basis)

Loading quantity	Air volume	Curing elapsed	Starch	Total Sugar	Reducing Sugar
80kg/m ²	130m ² /15m ³	Green	15.68	5.0	3.6
		Yellowed	5.47	22.4	16.4
		Half color fixed	3.26	28.3	18.6
		Color fixed	3.04	31.3	20.0
		Cured	3.00	30.5	18.6
	100m ² /15m ³	Yellowed	4.36	20.0	15.0
		Half color fixed	2.73	28.8	17.8
		Color fixed	2.43	30.8	19.6
		Cured	2.08	30.5	19.1
		96kg/m ²	130m ² /15m ³	Yellowed	7.61
Half color fixed	3.30			27.2	16.9
Color fixed	2.83			29.0	17.1
Cured	2.58			28.4	16.0
100m ² /15m ³	Yellowed		9.36	16.6	12.3
	Half color fixed		3.06	22.9	13.7
	Color fixed		2.10	26.7	15.5
	Cured		2.08	30.5	19.1
L.S.D. 5%		Cured	0.28	1.7	1.6

건조엽중의 지방산 함량은 표4에서와 같이 스테아르산은 풍량이 적을 경우에, 올레산은 많을 경우에 높은 경향이있으며 리놀렌산과 리놀레산은 적입 및 송풍량이 많은 처리에서 높았다. 지방산은 건조중에 감소하며 리놀렌산은 황변기에 크게 감소하는 것으로 보고되어 있다.¹⁸⁾

황색종 잎담배의 향기성분에 대하여 Ishigro⁹⁾

는 damascone, megastigmatrienone 및 solanone 이 대표적이라 하였고 wahlberg등¹⁹⁾은 solanone 과 damascenone이 건조과정 또는 후숙과정에서 생성된다고 하였으며, Chang⁵⁾은 건조시 solanone, damascenone, megastigmatrienone 등의 향기성분이 많이 증가한다고 하였다. 적입량과 송풍량을 달리 하였을 때 주요 향기성분의 함

Table 2. Changes in nitrogenous compounds of tobacco leaves during under different loading quantity and circulating air volume in curing barn.

(% of dry basis)									
Loading quantity	Air volume	Curing elapsed	Total -N	Protein -N	Amino -N	Ammonia -N	Ntrate -N	Nicotine	
80kg/m ²	30m ³ /15m ²	Green	1.66	0.66	0.087	0.042	0.018	2.26	
		Yellowed	1.70	0.61	0.168	0.011	0.018	2.38	
		Half color fixed	1.89	0.60	0.182	0.007	0.018	2.56	
		Color fixed	1.82	0.52	0.183	0.010	0.018	2.79	
		Cured	1.74	0.48	0.201	0.011	0.018	2.60	
	130m ³ /15m ²	Yellowed	2.05	0.59	0.185	0.011	0.018	2.38	
		Half color fixed	1.95	0.56	0.187	0.009	0.018	3.02	
		Color fixed	1.95	0.54	0.193	0.009	0.018	3.03	
		Cured	1.65	0.49	0.194	0.009	0.020	2.73	
		96kg/m ²	130m ³ /15m ²	Yellowed	1.77	0.58	0.152	0.011	0.017
	Half color fixed			2.09	0.55	0.175	0.011	0.018	2.97
	Color fixed			1.90	0.53	0.180	0.010	0.019	3.08
Cured	1.68			0.52	0.189	0.009	0.019	2.89	
100m ³ /15m ²	Yellowed		1.70	0.53	0.173	0.009	0.018	2.69	
	Half color fixed		1.88	0.52	0.184	0.009	0.018	2.89	
	Color fixed		1.96	0.51	0.204	0.010	0.019	2.86	
	Cured		1.66	0.48	0.201	0.009	0.019	2.86	
L.S.D. 5%			NS	NS	NS	NS	NS	0.11	

량변화는 그림2, 3과 같다.

Solanone은 적입 및 송풍량이 많은 처리에서 황변기 이후의 증가율 및 건조엽에서의 함량이 낮아 다른 처리와 차이를 보였다. damascenone

은 선택고정 중기까지는 처리간에 차이가 없었으나 그 이후에는 송풍량이 적을 경우 증가량이 많아 건조엽의 함량이 높았으며 적입량간에는 차이가 없었다. megastigmatrienone은 적입량을

Table 3. Content of oxalic and citric acid in cured tobacco leaves under different leaf loading quantity and circulating air volume in curing barn.

(mg/g of dry basis)				
Loading quantity	Air volume	Oxalic acid	Citric acid	Total
80kg/m ²	130m ³ /15m ³	3.57	1.63	5.20
	100m ³ /15m ³	3.05	1.17	4.22
96kg/m ²	130m ³ /15m ³	3.04	1.04	4.08
	100m ³ /15m ³	2.88	1.01	3.89
L.S.D. 5%		0.72	0.38	1.29

Table 4. Content of fatty acids in cured tobacco leaves under different loading quantity and circulating air volume in curing barn.

(mg/g of dry basis)						
Loading quantity	Air volume	Stearic acid	Oleic acid	Linoleic acid	Linolenic acid	Total
80kg/m ²	130m ³ /15m ³	0.51	0.62	1.23	13.58	15.94
	100m ³ /15m ³	0.59	0.60	1.08	11.16	13.43
96kg/m ²	130m ³ /15m ³	0.51	0.72	1.30	14.20	16.73
	100m ³ /15m ³	0.62	0.59	1.30	12.50	15.01
L.S.D. 5%		NS	0.11	0.13	1.52	1.51

적게한 처리에서 증가율 및 건조엽중의 함량이 높았으며 송풍량간에는 차이가 없었다. 이들 결과로 볼 때 적입량과 송풍량을 80kg/m², 100m³/15m³로 하는 것이 좋았는데 건조 후기에 송풍량을 적게하는 것이 유리할 것으로 생각된다.

건조엽의 색상을 색차계(Nippon Denshoku Kogyo, Cp 6-303D)로 측정하여 (I.E. 색표로 표시한 결과는 표5에서와 같이 동일 적입량에

서는 송풍량이 많을 경우에, 동일 송풍량에서는 적입량이 많을 경우에 순도가 높았고 명도와 파장이 낮았다.

연초엽의 이면은 표면에 비하여 명도와 파장이 높았고 순도는 낮았으며 적입량이 많은 처리에서 표리간의 순도차가 컸다.

건조엽의 물리성은 엽중 화학성분과 연소성의 지표가 되고 기후, 성숙도, 재배 및 건조방법에

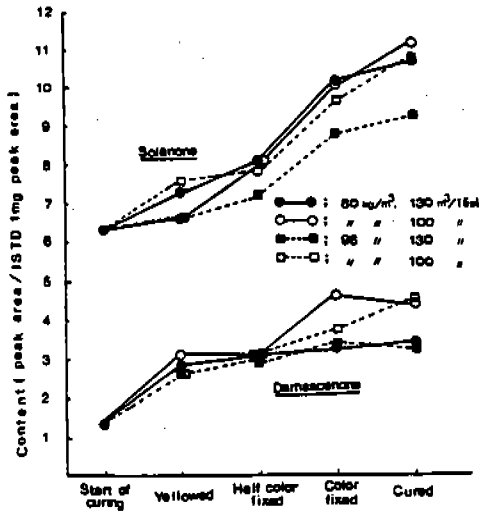


Fig. 2. Changes in solanone and damascenone content of tobacco leaves during curing under different leaf loadin quantity and circulating air volume in curing barn.

따라 차이가 있다.^{14, 20)} 평형수분율과 연소성, 부풀성 및 부스러짐성은 역상관의 관계가 있으며, 특히 벌크건조에서 많이 발생하는 평편엽과 고온건조엽은 평형수분율이 낮고 부스러짐성이 높아지므로 품질면에서 선결되어야 할 문제점으로 지적되고 있다.^{4, 6, 10)}

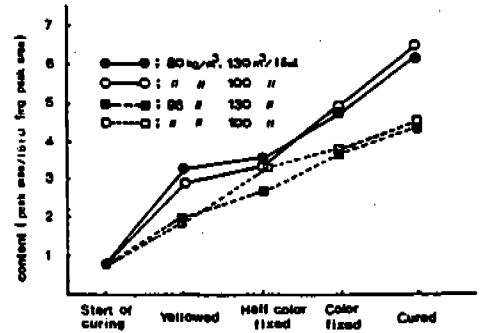


Fig. 3. Changes in megastigmatrienone content of tobacco leaves during curing under different leaf loading quantity and circulation air volume in curing barn.

적입 및 송풍량별 건조엽의 물리성은 표6에서와 같이 동일 적입량에서는 송풍량이 적을 경우에, 동일 송풍량에서는 적입량이 적을 경우에 평형수분율이 높고 부스러짐성이 낮았다. 80kg/m², 100m³/15m² 처리에서 평형수분율이 가장 높았고, 부스러짐성이 가장 낮았으며 부풀성은 적입량을 많이 하였을 경우에 낮았다.

담배는 연소성과 향각미의 양부가 품질을 결정하는 요소인데 연소물은 엽중의 화학성분이

Table 5. Color difference of cured tobacco leaves under different leaf loading quantity and circulating air volume in curing barn.

Loading quantity (kg/m ²)	Air volume (m ³ /15m ²)	Upper epidermis			Lower epidermis		
		Hue (%)	Purity (%)	W.L. ¹⁾ (nm)	Hue (%)	Purity (%)	W.L. (nm)
80	130	33.5	60	578	39.5	50	580
	100	34.8	54	580	40.4	47	581
96	130	33.2	64	577	39.7	52	577.5
	100	34.5	61	576	42.0	48	578
L.S.D. 5%		NS	3	NS	1.6	2	NS

1) W.L : Wave Lengh

Table 6. Equilibrium moisture content(E.M.C), shatter index, and filling capacity of cured leaves under different leaf loading and circulating air volume in curing barn.

Loading quantity	Air volume	E.M.C. (%)	Shatter index (%)	Filling capacity (cc/g)
80kg/m ²	130m ³ /15m ³	9.32	6.35	6.11
	100m ³ /15m ³	12.31	5.05	5.25
96kg/m ²	130m ³ /15m ³	10.62	5.93	4.72
	100m ³ /15m ³	11.85	5.84	4.66
L.S.D. 5%		1.64	1.04	1.16

Table 7. Quality index of cured tobacco leaves under different leaf loading quantity and circulating air volume in curing barn.

Loading quantity	Air volume	Nitrogen ¹⁾ number	Phillips ²⁾ index	Sugar/ Nicotine	Taste ³⁾
80/m ²	130m ³ /15m ³	0.67	35.7	11.73	0.42
	100m ³ /15m ³	0.60	45.3	11.17	0.44
96kg/m ²	130m ³ /15m ³	0.58	39.2	9.80	0.43
	100m ³ /15m ³	0.58	42.2	9.47	0.45
L.S.D. 5%		NS	2.9	1.47	0.02

- 1) Total nitrogen/Nicotine
- 2) Reducing sugar/Oxalic acid+ Citric acid
- 3) 1/Total nitrogen+Protein nitrogen+ Citric acid

므로 그 질과 양은 품질과 밀접한 관계가 있다. 17, 20) 탄소화합물, 질소화합물, 유기산, 수지, 폴리페놀, 무기물 등의 성분과 이들의 함량비등이 품질에 관여하는 것으로 알려져 있는데 본 실험에서 행한 건조엽의 품질계수는 표7과 같다.

적입량을 많이 하였을 경우 질소계수, 당·니코틴비가 낮았고, 송풍량이 적은 처리에서 맛 및

Phillips 계수가 높았으며 적입 및 송풍량은 80 kg/m², 100m³/14m³로 하였을 경우에 품질이 가장 양호하였다.

결 론

황색종의 열풍건조에 있어서 적입 및 송풍량에 따른 건조과정중의 엽중 화학성분 및 건조엽의 이

화학적 변화를 조사한 그 결과를 요약하면 다음과 같다.

1. 전당과 환원당은 적입량과 송풍량이 많을 수록 건조염증의 함량치가 낮았다.
2. 질소화합물중 전질소와 단백태질소는 송풍량이 적고 적입량을 많이 하였을 경우에 감소율이 크고, 아미노태질소는 많이 증가하였다.
3. 리놀렌산과 리놀레산은 적입량이 많은 처리에서 수산과 구연산은 단위풍량이 높을 수록 함량치가 높았다.
4. 향기성분인 solanone, damascenone, megastigmatrienone은 건조중에 많이 증가하였는데 solanone은 송풍량 및 적입량이 적고, damascenone은 송풍량이 적고, megastigmatrienone은 적입량이 적을 경우에 각각 전엽에서의 함량이 높았다.
5. 송풍 및 적입량이 많을 경우에 건조엽의 평형수분율이 낮고 부스러짐성이 높았고 질소계수, 맛계수, Phillips지수, 당/니코틴 비 등에서 보았을 때 품질이 다소 떨어졌다.

참고문헌

1. Amin, A. N., R. C. Long and W. W. Weeks, J. Agr. Food Chem., 28 : 656-660(1980).
2. Bacon, C. W. et al., Ind. and Eng. Chem., 44(2) : 292-296(1952).
3. Campbell, C.R. et al., Tob. Int., 182(15) : 77-82.
4. Chang, C. S. and W. H. Jhonson., Tob. Sci., 16 : 61-64(1972).
5. Chang, K. W., Ph. D. Thesis(1983).

6. Chiba, S.C. et al., Utsunomiya Exp. Stn. Special Bull., 2 : 53-71(1985).
7. Hamashima, Tsugio, Okayama Tob. Exp. Stn. Bull., 36 : 27-32(1976).
8. Ishiguro, S., Jap. Cor. Cent. Inst. Sci., 121 : 13-72(1979).
9. Johnson, W. H. et al., Tob. Sci., 14 : 49-54 (1960).
10. Kado, K. et al., Utsunomiya Tob. Exp. Stn. Special Bull., 2 : 39-51(1985).
11. Kakie, T., J. Agr. Chem. Soc. Japan, 47 : 667-672(1973).
12. _____, J. Agr. Chem. Soc. Japan, 48 : 667-672(1973).
13. Kimura, T. et al., Utsunomiya Tob. Exp. Stn. Special Bull. 2 : 1-38(1985).
14. Oohashi, Y., Hatano Tob. Exp. Stn. Bull., 66 : 67-71(1970).
15. Seok, Y.S. et al., J. Korean Soc. Tob. Sci. 8(1) : 41-48(1986).
16. _____, J. Korean Soc. Tob. Sci. 8(2) : 19-28(1986).
17. Tomita, H., Morioka Exp. Stn. Bull., 3 : 149-198(1968).
18. Tso, T. C., Process for curing tobacco(1973).
19. Wahlberg, I. et al., Phytochem., 16 : 1217-1231(1977).
20. Walker, E. K., Tob. Sci., 12 : 86-90(1968).
21. Weybrew, J. A. et al., Tech. Bull., 275 : 1-25 (1984).