

황색종 담배의 시비량 및 토양조건에 따른 비휘발성 유기산 및 지방산 함량변화

정기철, 최 정*

한국인삼연초연구소, 경북대학교 농화학과*

Effect of Fertilizer Rate and Soil condition on Nonvolatile Organic and Higher Fatty Acids of Flue-cured Tobacco.

G.C. Jang, J. Choi*

Korea Ginseng & Tobacco Research Institute
Department of Agricultural Chemistry, Kyungpook National University*

ABSTRACT

Field experiment was conducted to investigate the effects of stalk position, compound fertilizer application rate (N-P₂O₅-K₂O : 10-10-20 : 75, 100, 125kg/10a), paddy and upland soil and varieties, NC82 & KF103, on nonvolatile organic and higher fatty acids of flue-cured tobacco.

Followed by stalk position, malic, citric, malonic and succinic acid contents were significantly increased with higher stalk position, but oleic and linoleic acid contents were decreased with higher stalk position.

The higher application rate of compound fertilizer results in increasing citric, malic, malonic and succinic acid contents, but the contents of higher fatty acids were not significantly influenced by fertilizer application rate.

The cured leaf cultivated in paddy soil was higher citric and malic acid contents than in upland soil, but the contents of higher fatty acids have no difference between paddy and upland soil.

The variety of KF103 was higher citric and linoleic acid contents than that of NC82, but the contents of higher fatty acids have no difference between varieties.

서 론

잎담배 성분들은 지금까지 4천여종이 알려져 있으며¹⁾ 이들 성분들은 품종, 재배방법, 환경요인 및 건조방법 등에 영향을 받는 것으로 알려져 있다^{2,3)}.

특히 잎담배 성분 중 유기산은 껌연시 담배 연기의 맛과 향 및 pH에 관여하여 잎담배 품질에 영향을 끼치는 주요 인자로 알려져 있다^{4,5)}.

잎담배의 주요 비휘발성 유기산은 Malic, Citric, Oxalic acid로 이들 성분들은 잎담배 품질계수에도 포함되는 성분들이다^{6,7,8)}. 지금까지 Oxalic acid는 품질과 정의 상관^{6,7)} 혹은 부의 상관⁸⁾이며, Citric acid는 품질과 부의 상관^{6,7,8)}이 있는 것으로 보고 되어 있고, Malic acid는 잎담배의 이용성과 정의 상관⁶⁾이 있는 것으로 보고 되어 있다. 잎담배 중의 유기산은 유리상태 또는 염의 상태로 존재하며 이중 대부분은 칼륨, 칼슘 또는 마그네슘염의 상태로 존재하는 것으로 알려져 있으며, 유기산이 담배 연기의 맛과 향에 관여 할 때는 이들 염의 열분해 산물에 의해 영향을 받는 것으로 알려져 있다^{1,2,5)}.

담배의 주요 지방산은 Palmitic, Linoleic, Linolenic acid로 잎담배의 향에 영향을 주며^{5,9)}, 숙성 과정 중에 분해되어 여러가지의 알콜류, 알데히드류 및 케톤류가 생성되는 것으로 보고¹⁰⁾ 되어 있다. 또한 지방산의 에틸 혹은 메틸에스테르는 담배연기의 부드러운 맛에 영향을 주며⁹⁾, Linoleic 및 Linolenic acid는 품질을 향상시킨다는 보고¹¹⁾가 있으나, 담배 연기 응축물 중의 PAH의 전구 물질로 보고¹²⁾된 바도 있다.

지금까지 비휘발성 유기산 및 지방산에 관한 연구는 Court¹²⁾등이 질소 시비량별로 유기산의 함량 변화를 보고한 바 있고, Court & Hendel¹³⁾들이 질

소형태별 지방산 함량변화를 보고한 바 있다. 국내에서는 정¹⁴⁾등이 황색종인 경우 개화기 적십이 개화만기 적십보다 Malic acid함량이 적었고 또한 적십정도가 깊을수록 Linoleic acid함량은 중,상위엽에서 적었다고 하였고, 이¹⁵⁾등은 건조과정 중에 Citric acid는 황색종인 경우 4-5배 증가하였다고 보고한 바 있다. 그러나 아직까지 국내에서는 시비량과 토양조건에 따른 지방산 및 유기산의 함량 변화에 대한 연구는 거의 없는 실정이다.

따라서 본 연구는 담배의 착엽위치, 시비량, 토양조건 및 품종에 따른 비휘발성 유기산 및 지방산의 함량변화를 조사하여 재배적지 선정, 시비량 결정 및 품종선발의 기초자료를 얻기 위해 수행하였다.

재료 및 방법

본 실험의 시료는 한국인삼연초연구소 대구시험장 포지 중 토양조건이 현저히 다른 논토양과 밭토양에서 재배하였으며, 토양의 이화학성은 농촌진흥청 토양화학 분석법¹⁶⁾ 및 토양학 실험법¹⁷⁾에 따랐다. 공시 토양의 논, 밭의 이화학성은 표 1과 같았다.

논토양과 밭토양의 토성은 각각 식양토 및 사양토이었으며, 논토양은 밭토양에 비해 pH가 낮고 유기물, 치환성 칼슘, 마그네슘 및 가용성 Fe, Mn 함량이 높았는데 이는 우리나라의 대표적인 논, 밭토양 성적¹⁸⁾과 비슷하였다.

공시 품종은 NC82와 논담배 육성품종인 KF103을, 시비량은 연초복비(N-P₂O₅-K₂O : 10-10-20)를 10a 당 75kg, 100kg, 125kg으로 사용하였으며 시험구 배치는 난괴법 3반복으로 하였다.

Table 1. Phyco-chemical properties of the soils used in field experiment.

Soils	Soil text.	pH (1:5)	T-N (%)	O-M (%)	Ava.P ₂ O ₅ (ppm)	Exchang. (me/100g)				Ava.Fe (ppm)	Ava.Mn (ppm)
						K	Ca	Mg	Na		
Paddy soil	CL	5.2	0.14	2.31	14.3	0.31	4.08	1.23	0.33	166.5	130.1
Upland soil	SL	5.8	0.12	1.43	23.8	0.37	3.03	1.11	0.15	64.4	89.3

재배방법은 논, 밭 모두 황색종 개량 멸칭 표준 재배법에 준하였으며, 파종은 2월 4일 이식은 3월 25일에 각각 실시하였다. 잎담배 수확은 상엽, 본엽, 중엽, 하엽으로 나누어 채취한 후 황색종 표준 건조법으로 건조하여 분석용 시료로 사용하였다.

잎담배 중 비휘발성 유기산 및 지방산 분석은 Court와 Hendel¹⁹⁾의 방법에 따라 시료에 황산-메탄올을 가하여 메틸에스테르화 시킨 후 클로로포름으로 추출하여 G.C로 분석하였다. 사용된 G.C는 FID가 장비된 HP 5890A이었으며 Column은 SP-2340 fused silica capillary(30m×0.25mm ID)를 사용하였고, Column oven의 온도 조건은 100℃에서 3분간 유지한 후 분당 5℃로 230℃까지 승온하는 조건으로 하였다.

비휘발성 유기산 및 지방산 성분의 정량은 내부 표준 물질법으로 각 성분들에 대한 함량을 계산하였다.

결과 및 고찰

비휘발성 유기산 및 지방산의 작엽위치별 함량은 표 2와 같았다.

작엽위치별로 보면 비휘발성 유기산 중 Malic, Citric, Malonic 및 Succinic acid등은 작엽위치간

다소 차이를 보이거나 전체적으로 하엽이 가장 높았고 중엽, 본엽, 상엽 순으로 감소하였다. 그러나 Oxalic acid는 상, 하엽이 높고 중,본엽이 낮은 것으로 나타났다는데, 이는 Court²⁰⁾ 및 Tso²¹⁾등의 보고와 비슷한 경향이였다. 반면에 지방산 중 Palmitic acid는 일정한 경향을 보이지 않았으며 Oleic, Linoleic acid는 상엽이 가장 높았고 본엽, 중엽, 하엽 순으로 감소하였으며 Linolenic, Palmitic acid는 하엽의 함량이 낮은 것으로 나타났다.

이상의 결과에서 성분간 다소 차이를 보이거나 비휘발성 유기산 함량은 전체적으로 하엽이 가장 높고 중엽, 본엽, 상엽 순으로 감소 하였으며, 지방산 함량은 오히려 하엽에서 가장 낮았고 중엽, 본엽, 상엽 순으로 증가하는 것으로 나타났는데 이러한 경향은 Court²⁰⁾ 및 Tso²¹⁾등의 보고와 비슷한 것으로 나타났다.

표 3 및 4는 시비량별 비휘발성 유기산과 지방산 함량변화를 나타내었다. 비휘발성 유기산 중에서 Citric, Malic, Malonic, Succinic acid 함량은 작엽 위치간에 다소 차이를 보이거나 대체적으로 시비량을 75kg/10a에서 125kg/10a로 증가 시킬수록 높아지는 것으로 나타났으나 Oxalic acid 함량은 시비량 간에 대차를 보이지 않았다. 이는 질소 시비량을 증가 하였을 때 비휘발성 유기산 중 Oxalic acid를 제외한

Table 2. Effect of stalk position on nonvolatile organic and higher fatty acids contents of flue-cured tobacco.

Components	Tips	Leaf	Cutter	Lugs
 mg/g			
Oxalic	11.21 ^a	8.53 ^b	8.35 ^b	11.52 ^a
Citric	1.10 ^b	1.20 ^b	1.73 ^b	6.90 ^a
Malic	24.33 ^d	31.19 ^c	36.95 ^b	70.82 ^a
Malonic	0.29 ^c	0.32 ^c	0.40 ^b	0.56 ^a
Succinic	0.12 ^c	0.16 ^{bc}	0.17 ^b	0.31 ^a
Palmitic	1.55	1.45	1.56	1.39
Stearic	0.40 ^a	0.35 ^b	0.37 ^{ab}	0.34 ^b
Oleic	1.71 ^a	1.50 ^b	0.93 ^c	0.47 ^d
Linoleic	1.22 ^a	1.12 ^{ab}	1.09 ^b	0.77 ^c
Linolenic	2.77 ^{ab}	2.54 ^b	2.93 ^a	1.96 ^c

* Within each column means not followed by the same letters are significant different at the 5% probability level.

다른 성분들이 증가하였다는 보고¹²⁾와 일치하였다. 또한 유기산은 담배 식물체 내에서 칼륨 또는 칼슘염의 상태로 존재⁵⁾하며 이는 질소 및 칼륨 시비량을 증가시켰을때 잎담배 중 양이온인 칼륨 및 칼슘 함량이 증가²⁰⁾하여 음이온인 유기산의 생성을 촉진시킨데 기인된 것으로 고찰된다.

지방산 함량은 표 4에서 나타난 바와 같이 시비량 간에 뚜렷한 함량 차이를 보이지 않았는데 이는 질소 시비량과 시비되는 질소형태에 따라서 지방산 함량은 차이가 없었다는 보고¹³⁾와 대체로 일치하였다.

표 5는 논토양 및 밭토양에서 재배된 담배의 비휘발성 유기산의 함량변화를 조사한 결과이다. 유기산 중 Citric과 Malic acid 함량은 착엽위치간에

다소 차이를 보이거나 전체적으로 논토양에서 재배된 담배가 밭토양에서 재배된 담배보다 높았다. 이는 표 1에서 나타난 바와 같이 논토양 중의 칼슘 및 마그네슘 함량이 밭토양보다 높은 것으로 미루어 잎담배 중에서도 이들 성분함량이 높아 식물체의 음이온과 양이온이 균형을 유지하기 위해 유기산의 생성이 촉진된데 기인된 것으로 볼 수 있다.

이상의 결과에서 유기산 함량이 논토양에서 재배된 담배가 밭토양에서 재배된 담배보다 높은 것은 일반적으로 논담배의 품질이 밭담배 품질에 비해 나쁜 사실²²⁾과 연관하여 불대 유기산 자체가 논담배의 품질저하 요인으로 작용할 가능성이 있는 것으로 사료되며 이는 담배 재배지 토양선정의 기초 자료로 활용할 수 있을 것으로 고찰된다.

Table 3. Effect of fertilizer rate on nonvolatile organic acids contents of flue-cured tobacco.

Components	Fertilizer	Tips	Leaf	Cutter	Lugs
	... kg/10a mg/g			
Oxalic	75	12.30 ^a	8.70	8.30	12.10
	100	10.45 ^b	8.57	8.13	10.97
	125	10.83 ^b	8.31	8.61	11.91
Citric	75	1.00 ^b	1.04 ^b	1.17 ^b	5.91 ^b
	100	1.02 ^b	1.15 ^b	1.82 ^a	6.86 ^a
	125	1.34 ^a	1.42 ^a	2.19 ^a	7.93 ^a
Malic	75	21.84 ^b	25.64 ^c	31.47 ^b	67.79
	100	22.28 ^b	30.87 ^b	37.78 ^{ab}	70.39
	125	28.89 ^a	35.53 ^a	42.65 ^a	74.09
Malonic	75	0.31	0.30 ^b	0.35 ^b	0.55
	100	0.28	0.34 ^{ab}	0.39 ^b	0.56
	125	0.30	0.36 ^a	0.46 ^a	0.61
Succinic	75	0.09 ^b	0.13 ^b	0.13	0.19 ^b
	100	0.12 ^{ab}	0.16 ^{ab}	0.19	0.36 ^a
	125	0.16 ^a	0.19 ^a	0.23	0.39 ^a

* Within each column means not followed by the same letters are significant different at the 5% probability level.

Table 4. Effect of fertilizer rate on higher fatty acids contents of flue-cured tobacco.

Components	Fertilizer	Tips	Leaf	Cutter	Lugs
	... kg/10a mg/g			
Palmitic	75	1.49	1.46	1.57 ^{ab}	1.40
	100	1.51	1.50	1.66 ^a	1.28
	125	1.65	1.38	1.42 ^b	1.34
Stearic	75	0.38	0.34	0.35	0.32
	100	0.39	0.37	0.39	0.36
	125	0.43	0.35	0.34	0.35
Oleic	75	1.70	1.56 ^{ab}	0.88	0.48
	100	1.70	1.64 ^a	0.83	0.46
	125	0.82	1.30 ^b	0.82	0.39
Linoleic	75	1.12	1.10	1.04	0.80
	100	1.22	1.19	1.10	0.77
	125	1.33	1.06	0.99	0.74
Linolenic	75	2.52	2.53	3.07	2.15
	100	2.84	2.70	3.09	1.91
	125	2.96	2.41	2.65	1.83

* Within each column means not followed by the same letters are significant different at the 5% probability level.

Table 5. Effect of upland and paddy soil on nonvolatile organic acids contents of flue-cured tobacco.

Components	Soils	Tips	mg/g			Lugs
			Leaf	Cutter		
Oxalic	Upland	12.18	8.42	8.61	12.53	
	Paddy	10.21	8.64	8.08	10.78	
	T-test	**	NS	NS	*	
Citric	Upland	0.62	0.66	1.08	5.56	
	Paddy	1.59	1.66	2.37	8.23	
	T-test	**	**	**	**	
Malic	Upland	16.61	22.20	29.34	67.59	
	Paddy	32.05	40.77	44.58	74.02	
	T-test	**	**	**	NS	
Malonic	Upland	0.34	0.32	0.37	0.54	
	Paddy	0.24	0.33	0.44	0.58	
	T-test	*	NS	NS	NS	
Succinic	Upland	0.11	0.16	0.14	0.21	
	Paddy	0.13	0.17	0.21	0.42	
	T-test	NS	NS	NS	**	

*, ** : Significant at the 5% and 1% probability level, respectively

NS : Non-Significant

Table 6. Effect of varieties on nonvolatile organic and higher fatty acids contents flue-cured tobacco.

Components	Varieties	Tips	mg/g			Lugs
			Leaf	Cutter		
Oxalic	NC82	11.41	8.45	8.76	12.33	
	KF103	10.97	8.61	7.93	10.71	
	T-test	NS	NS	*	*	
Citric	NC82	0.83	0.83	1.12	4.44	
	KF103	1.38	1.57	2.34	9.35	
	T-test	**	**	**	**	
Malonic	NC82	0.28	0.31	0.40	0.61	
	KF103	0.30	0.34	0.40	0.50	
	T-test	NS	NS	NS	**	
Succinic	NC82	0.13	0.17	0.14	0.22	
	KF103	0.11	0.16	0.21	0.41	
	T-test	NS	NS	NS	**	
Oleic	NC82	1.51	1.39	0.82	0.40	
	KF103	1.91	1.60	1.04	0.54	
	T-test	**	NS	NS	NS	
Linoleic	NC82	1.04	1.04	1.04	0.72	
	KF103	1.39	1.20	1.13	0.82	
	T-test	**	**	NS	NS	

*, ** : Significant at the 5% and 1% probability level, respectively

NS : Non-Significant

표 6은 품종간 비휘발성 유기산 및 지방산의 함량차이를 비교한 것으로 KF103이 NC82에 비해 착엽위치간 다소의 차이를 보이나 Citric, Oleic 및 Linoleic acid 함량이 높았으며 Oxalic acid 함량은 낮았고 Succinic acid 함량은 차이를 보이지 않았다.

Chaplin³⁾ 등은 지방산 함량면에서 NC95를 비롯한 4개 품종간에 차이가 있었다고 보고한 것과 Charles²⁴⁾ 등이 황색종, 버얼리종 및 메릴랜드종에서 비휘발성 유기산중 Citric acid 함량차이가 Oxalic이나 Malic acid보다 많았다는 보고 등을 감안해 볼 때, 품종 특성면에서 KF103이 NC82보다 Citric 및 Linoleic acid 함량이 높은 결과인 것으로 사료되며 이들 품종들의 성분변화는 논담배와 밭담배의 품종 선발에 기초자료로 활용할 수 있을 것으로 사료된다.

결 론

황색종 담배의 착엽위치, 연초용 복비 시용량, 논, 밭 토양조건 및 품종에 따른 비휘발성 유기산 및 지방산 함량변화를 포장실험을 통하여 조사한 결과는 다음과 같다.

1. 착엽위치별로 비휘발성 유기산 중 Malic, Citric, Malonic 및 Succinic acid 함량은 전체적으로 하엽이 가장 높고 중엽, 본엽, 상엽 순으로 감소하였으며, 지방산 중 Oleic, Linoleic acid 함량은 오히려 하엽이 가장 낮고 중엽, 본엽, 상엽 순으로 증가하는 경향이 있었다.

2. 연초용 복비 시용량이 75kg/10a에서 125kg/10a로 증가할 수록 비휘발성 유기산 중 Citric, Malic, Malonic 및 Succinic acid 함량은 대체적으로 증가하였으나, Stearic acid을 비롯한 기타의 지방산 함

량에는 시용량간에 뚜렷한 차이를 보이지 않았다.

3. 논토양에서 재배된 담배가 밭토양에서 재배된 담배보다 Citric과 Malic acid 함량이 높았으나, Malonic acid를 비롯한 기타의 비휘발성 유기산과 지방산에는 차이를 보이지 않았다.

4. 품종에 따라서는 KF103이 NC82보다 Citric과 Linoleic acid 함량이 높았으나, Succinic acid를 비롯한 기타의 비휘발성 유기산과 지방산에는 차이를 보이지 않았다.

참고문헌

1. Enzell, C.R., 30th TCRC Report, 32-79(1976)
2. Tso, T.C., Production, physiology and biochemistry of tobacco plant, Ideals, Beltsville, Maryland, USA, 55-592(1990)
3. Chaplin, J.F., and G.S. Miner, 34th TCRC Report, 6, 3-63(1980)
4. 한국연초학회, 담배과학총설, 646-656(1987)
5. Kallianos, A.G., Recent Adv. Tob. Sci., 2, 61-79(1976)
6. Tso, T.C. and G.B. Gori, Beitr. Tabakforsch, 8, 167-173(1975)
7. Bruckner, H Paul Darley, Berlin, 296-300(1936)
8. Phillips, M. and A.M. Bacot, JAOAC, 36, 504-524(1953)
9. Davis, D.L., Recent Adv. Tob. Sci., 2, 80-111(1976)
10. Wahlberg, I., et al, Phytochem., 16(8), 1217-1232(1977)

11. Sugawara, S., et al, Nippon Nogeikagaku Kaishi, 54(14), 1027-1035(1980)
12. Court, W.A., J.M.Elliot and J.G.Hendel, Can. J. Plant Sci., 62, 489-496(1982)
13. Court, W.A. and J.G.Hendel, Tob. Sci., 30, 20-22(1986)
14. 정기택, 강서규, 한국연초학회, 6(2), 162-178(1984)
15. 이문수, 이운철, 반유선, 한국연초학회, 4(2), 75-80(1982)
16. 농촌진흥청 농업기술연구소, 토양화학 분석법, 15-214(1988)
17. 최 정, 김연제, 신영오, 토양학 실험, 학문사, 9-88(1983)
18. 농촌진흥청 식물환경연구소, 토양의 화학분석법, 133-134(1972)
19. Court, W.A. and J.G.Hendel, J.Chromato. Sci., 15, 314(1978)
20. Court, W.A. and J.G.Hendel, Tob. Sci., 33, 91-95(1989)
21. Tso, T.C. and Tamar Sorokin, Tob. Sci., 7, 7-11(1963)
22. Mylona, V.A. and S.H.Ntzani, Tob. Sci., 28, 7-9(1984)
23. 담배연구보고서(경작분야 재배편), 한국연초연구소, 113-120(1978)
24. Charles, H.J. and D.Q.Alton, Tob. Sci., 4, 168-171(1960)