

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.

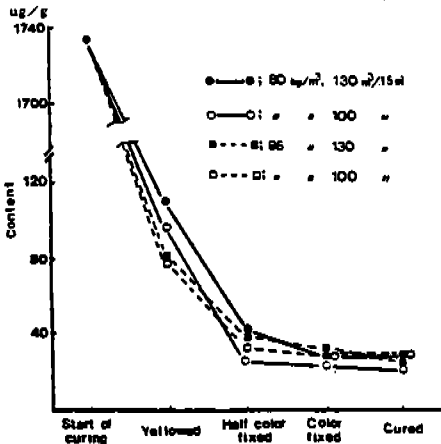


Fig. 1. Changes in chlorophyll content of tobacco leaves during curing under different leaf loading quantity and circulating air volume in curing barn.

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

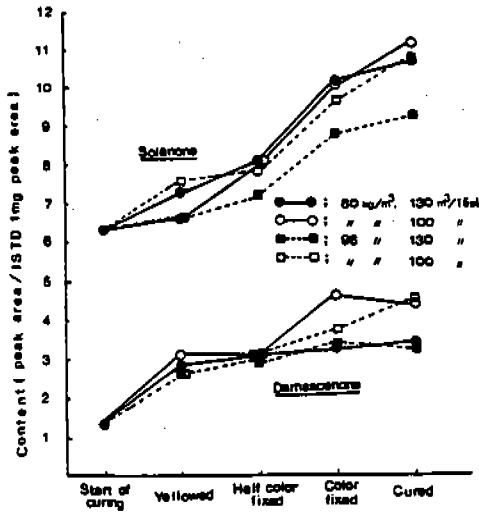


Fig. 2. Changes in solanone and damascenone content of tobacco leaves during curing under different leaf loadin quantity and circulating air volume in curing barn.

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)}

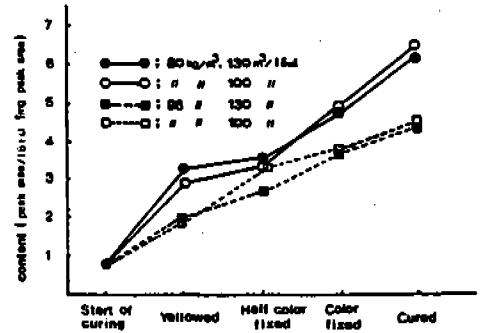


Fig. 3. Changes in megastigmatrienone content of tobacco leaves during curing under different leaf loading quantity and circulation air volume in curing barn.

적입 및 송풍량별 건조엽의 물리성은 표6에서와 같이 동일 적입량에서는 송풍량이 적을 경우에, 동일 송풍량에서는 적입량이 적을 경우에 평형수분율이 높고 부스러짐성이 낮았다. 80kg/m², 100m³/15m³ 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 ³)	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 건조염중의 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).