

황색증 연초건조에 있어서 건조조건에 따른 내용성분변화

제 3 보. 송풍량 변화에 따른 영향

석 영 선 · 황 건 중 · 손 현 주 *

한국인삼연초연구소 경작시험장.화학부 *

Studies on the Chemical Components by Curing Condition of Flue-cured Tobacco Leaves

III. Effect of Circulating Air Volume during Curing

Yeong-Seok Seok, Keon-Joong Hwang and Hyun-Joo Sohn *

Agronomy Experiment Station, Suweon, Division of Chemistry,* Korea Ginseng and

Tobacco Research Institute

(Received Aug. 3, 1986)

Abstract

This experiment was carried out to investigate the effect of circulating air volume to chemical composition of tobacco leaves during the bulk curing. The results were as follows:

The decrease of circulating air volume prolonged curing time as the case of a $0.058\text{m}^3/\text{min. kg}$; but, no remarkable changes with a $0.11\text{m}^3/\text{min. kg}$ and a $0.083\text{m}^3/\text{min. kg}$.

When the circulating air volume was decreased, compared with $0.11\text{m}^3/\text{min. kg}$, sugar content was increased while total nitrogen and nicotine content showed a reduced values.

In case of a $0.058\text{m}^3/\text{min. kg}$ and a $0.083\text{m}^3/\text{min. kg}$, solanone and damascenone were high. Some of volatile neutral constituents and volatile organic acids were increased during curing process; especially, their quantities were remarkably increased during the midrib drying stage.

As circulating air volume decreased, the equilibrium moisture content was increased, while leaf shatter index and filling capacity were decreased.

서 론

1979년 부터 황색중연초산지에 열풍순환벌크 전조기가 보급되어 건조실패의 해소, 건조작업의 용이화 및 생력화로 생산성이 비약적으로 향상되었다. 그러나 자연대류에 의한 철관건조업에 비하여 벌크건조업은 선택, 조직, 향각미 등 품질면에서 떨어지고 있어 문제점으로 대두되고 있다.

필자들은 제 1보⁴⁾ 와 제 2보¹⁸⁾ 에서 온습도 조건에 따른 열중화학적 성분 변화에 대하여 밝힌 바와 같이 향변기에 저온 또는 고습조건을 부여하거나, 중풍건조기에 승온을 급격히 하여 고온에서 지속시간을 길게 하는 것이 품질을 저하시키는 원인이 되었다. 건조과정의 화학성분변화는 주로 온습도조건에 영향을 받으나 송풍량과도 관련이 있을 것으로 보며, 특히 건조업의 향각미는 송풍량의 영향을 많이 받는 것으로 보고되고 있다.^{6, 7, 9, 13)} 즉 건조중 송풍량이 향각미에 미치는 기작에 대하여서는 밝혀진 것이 없으나 향각미는 건조중의 풍속과 관련되고, 동시에 생엽량 단위당풍량의 영향을 받으므로 풍속, 풍량 및 조입량을 적정하게 하여야 한다고 한다.⁶⁾

벌크건조기의 송풍량은 개발당시에 6.6m², 2단형의 경우 생엽 1,000kg당 50~60m³/min으로 단위풍량이 0.05~0.06m³/min·kg이었으나 최근에 0.11~0.20m³/min·kg으로 2배이상 증가하였다.¹⁷⁾ Kado⁷⁾ 등은 50~60m³/min·6.6m² 이하로 송풍량이 적으면 향각미는 좋으나 건조기의 이용율이 낮아 경제성면에서 문제점이 있으므로 110m³/min·6.6m²를 상한치로 하는 것이 좋다고 하며, 西中¹³⁾ 와 Kimura⁹⁾ 등의 보고에 의하면 저풍속에서는 탈수지연으로 건조시간은 연장되나 향미가 길으며 고풍속에서는 향미가 여러고 자극이 강하다고 하였다.

Izumi⁶⁾ 등은 건조업의 향각미는 주로 중풍건조기의 풍속에 영향을 받으며 황변기, 선택고정기에도 풍속의 영향을 받는다고 하였다. 이외에도 중풍건조기에 풍량을 1/2로 감량하면 열면

지질함량이 높고¹⁶⁾, 황변기와 중풍건조기에 단속(斷續) 송풍을 하였을때 물리성이 향상된다¹⁹⁾ 는등 송풍량은 건조업의 품질에 미치는 영향이 크다.

건조업의 물리성 및 향각미는 열중 내용성분과 상관이 있는데²²⁾ 현재까지 보고된 것은 대부분 건조업에 대하여 비교 검토한 것이며, 적정송풍량을 구명하기 위하여서는 건조경과별로 송풍량에 따른 내용성분 변화에 대하여 면밀한 검토가 있어야 할 것으로 본다.

본 실험은 벌크건조기의 송풍량을 달리 하였을때 건조경과 및 내용성분 변화를 조사하여 적정한 송풍량설정의 기초자료를 얻고자 실시하였다.

재료 및 방법

건조시료는 황색종 N.C.2326을 개량 멸칭으로 재배하여 적숙된 중본엽(적신후 상부로부터 8~10매엽)을 공시하였으며, 공시건조기는 송풍량조절장치를 설치한 동일규격의 3.3m², 2단형 벌크건조기 3대를 사용하였다.

황색종산지에서 현재 활용되고 있는 벌크건조기의 풍량인 130m³/min·1200kg을 대조로 하여 100m³/min·1200kg, 70m³/min·1200kg으로 송풍량을 감량 설정하고, 단위풍량으로 환산하여 0.11m³/min·kg, 0.083m³/min·kg, 0.058m³/min·kg가 되도록 송풍량을 조절하여 실시하였다. 건조조작은 상면적 1m²당 145kg씩 생엽량을 일정하게 하여 건조경과에 따라 황색종 건조의 표준조작을 하면서 건조실내의 온도분포, 내용성분변화 및 건조업의 물리성에 대하여 조사하였다.

건조업의 물리성은 0.9mm폭으로 썰어서 상대습도 65%, 온도 23℃에서 36시간 동안 조화시킨 후 부스러짐성 및 평형수분율을 측정하였다. 부스러짐성은 6mesh 체로 친후 100g을 취하여 Ball mill에서 15분간 Rotaring시킨후 25mech의 Sieve Shaker로 3분간 Shaking하여 통과한 양을 %로 표시하였으며, 부풀성은 Hein

Borg Waldt로 측정하였다.

내용성분분석용 시료는 건조시작전, 황변종로시, 선택고정증기, 선택고정탈기, 건조종로시에 채취하여 엽육만 사용하였으며, 엽육이 완전히 건조되지 않은 선택고정증기 이전의 시료는 냉동건조 (-50°C, 50mtorr) 시킨후 분쇄하여 60mesh체에 통과한 것을 취하였다.

성분분석은 엽육소, 전분, 당, 전질소 및 니코틴은 담배성분 분석법 (한국연초연구소, 1979년)에 준하여 실시하였고, 향기성분은 동시종류 및 추출장치를 이용 추출하여 산성부와 중성부로 분획을 실시한 다음 G.C.를 이용하여 분석하였으며 G.C.의 조건은 다음과 같다.

G. C. Condition for acid fraction

Column : SP-2340, 0.25mm ID×60m fused-silica capillary
 Flow rate : carrier; N₂ 1.0ml/min. (Split ratio=20:1)
 H₂ ; 30ml/min.
 Air ; 300ml/min.
 make-up gas; N₂ 30ml/min
 Detector : FID
 Temperature: Injector; 230°C
 Detector; 280°C
 Column oven; 90°C for 15min.
 Attenuation : 16×10⁻¹² afs
 Injection Volume Volume: 3.0μl

G. C. Condition for neutral fraction

Column : SP-1000, 0.25mm ID×30m Glass capillary
 Flow rate : Carrier; N₂ 1.0ml/min (Split ratio=30:1)
 H₂ ; 30ml/min.
 Air ; 300ml/min.
 Makg-up gas; N₂ 30ml/min.
 Detector : FID
 Temperature: Injector; 230°C

Detector ; 280°C

Column over; multiprograming

Temp. 1 120°C for 5min.

rate 1. 2°C/min.

Temp. 2 170°C for 10min.

rate 2. 2°C/min.

Temp. 3 230°C for 35min.

rate 3. 3°C/min.

Attenuation : 6×10⁻¹² afs

Injection Volume: 1.0μl

결과 및 고찰

순환송풍량을 달리 하였을 때 건조과정중 건조실내의 온도분포 및 연료소모량 변화는 표 1과 같다.

건조실내의 하부(다공판과 1단의 엽선부 사이), 중부(1단과 2단 사이), 상부(2단 상부)의 수직적 온도분포를 보면 36°C에서는 송풍량이 적을수록 상하부간에 온도차가 컸으나 건조시간이 경과함에 따라 온도차가 적어져 38°C때는 송풍량이 적은 0.058m³/min·kg 처리에서 차이가 적었다. 배기조작을 시작하는 황변후기 부터는 다시 온도차가 커져 선택고정증기인 47°C 시점에서는 4.0~7.5°C의 온도차가 있었으며 송풍량이 적을수록 차가 컸다. 엽간의 공간이 넓어지고 배기량을 점차 줄이는 선택고정후기 부터 송풍량별 온도차가 적어져 건조종로시에는 비슷한 분포를 나타냈다.

유류소모량에 있어서는 0.11m³/min·kg에 비하여 0.083m³/min·kg은 탈수건조기인 선택고정기(42-59°C)의 소모량이 적어 총소모량이다 소 적었으나 0.058m³/min·kg은 선택고정기 및 중괄건조기에 소모량이 많아 총연료소모량이 제일 많았다. 0.058m³/min·kg에서 연료가 많이 소모된 것은 선택고정기이후에 탈수가 지연되어 건조시간이 10시간 연장되었기 때문으로 본다.

(그림 1 참조)

Table 1. Distribution of temperature in barn and consumption of kerosene during the curing by circulating air volume

Bottom temperature (°C)	0.11m ³ /min. kg			0.083m ³ /min. kg			0.058m ³ /min. kg		
	First* stage (°C)	Second* stage (°C)	Fuels (ℓ)	First stage (°C)	Second stage (°C)	Fuels (ℓ)	First stage (°C)	Second stage (°C)	Fuels (ℓ)
36	2.0	2.5	0.96	2.5	3.0	1.00	3.0	3.5	0.68
38	1.0	2.0	1.58	2.0	2.0	1.64	1.5	1.5	0.98
42	1.5	1.5	7.06	1.5	2.0	6.58	2.0	4.0	5.86
47	4.0	5.0	16.28	5.0	6.0	14.68	6.5	7.5	15.04
50	4.5	6.0	18.00	4.5	7.0	17.49	4.0	5.0	19.74
59	3.5	3.5	38.03	3.0	3.5	36.33	3.0	5.0	40.62
68	2.0	2.0	50.62	2.0	3.0	47.32	3.0	4.0	51.12
End	1.0	1.5	56.92	1.0	1.0	53.82	1.0	1.0	60.76

*Temp. of each stage; Bottom temp. - Upper position temp. of each stage.

*Bottom temp. ; Temperature between perforated plate and first stage

건조과정중 탈수속도를 염중감소율로 비교하여 보면 그림 1과 같다.

송풍량이 적을수록 탈수속도가 느린 경향으로 건조소요시간은 0.11m³/min·kg 92시간, 0.083m³/min·kg 96시간, 0.058m³/min·kg 102시간으로 0.11m³/min·kg에 비하여 0.058m³/min·kg 처리구가 10시간이 더 소요되었다. 건조경과중의 탈수속도 변화는 0.11m³/min·kg에 비하여 0.083

m³/min·kg 처리는 선택고정초기에 다소 느리게 진행되었을 뿐 황변기와 선택고정중기 이후에는 비슷한 경향을 보였고, 0.058m³/min·kg 처리구는 전반적으로 탈수속도가 느렸다. 풍량이 적을때 탈수가 지연되는 것에 대하여 Kimura⁹⁾ 등은 황변기에 풍속이 낮으면 탈수가 지연되고, 황변기의 탈수지연은 선택고정기와 중물건조기의 기간을 연장시키는데 본엽보다 중엽에 있어서 현저하다고 보고하였다.

송풍량별 건조경과중 엽록소, 전분, 당, 전질소 및 니코틴 함량의 변화는 표 2와 같다.

Chlorophyll의 함량은 건조초기에 현저히 감소하였으며 송풍량이 적을수록 초기에 분해소실되는 경향이었으며, 건조엽에서는 0.083m³/min·kg 처리가 다소 낮았다. 송풍량이 적은 처리에서 선택고정중기까지는 함량의 감소가 많았는데 이는 그림 1에서 본바와 같이 염중수분의 탈수가 완만하여 Chlorophyll 분해 효소인 Chlorophyllase가 원활하게 활성화할 수 있는 수분상태가 유지되었기 때문으로 생각된다.

전분함량은 송풍량이 적을수록 황변기동안에 많이 감소되었고, 선택고정중기 이후는 송풍량

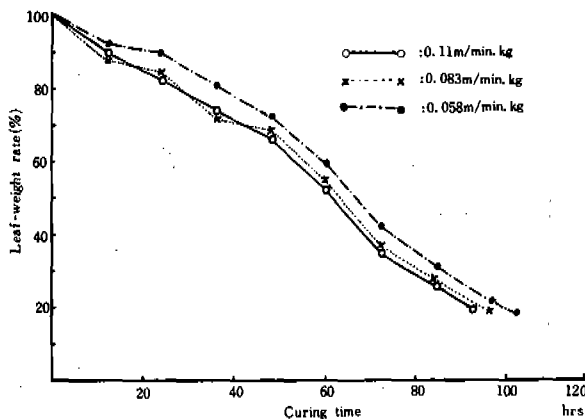


Fig. 1. Dehydration process by circulating air volume during the curing

Table 2. Changes in chemical components during the curing by circulating air volume.

Circulating air volume	Curing elapsed	Chlorophyll ($\mu\text{g/g}$)	Starch (%)	Total Sugar (%)	Reducing Sugar (%)	Total nitrogen (%)	Nicotine (%)
	At havasted	1238.5	12.8	4.5	2.8	2.03	1.50
0.11m ³ /min. kg	Yellowed	130.3	5.3	16.8	15.0	2.08	1.68
	Half fixed	57.2	2.1	20.5	14.3	2.29	1.93
	Fixed	37.8	1.6	19.1	13.0	2.28	2.25
	Cured	32.0	1.2	17.3	12.8	2.32	2.20
0.083m ³ /min. kg	Yellowed	61.6	4.1	21.4	19.0	2.16	1.66
	Half fixed	48.9	2.7	24.1	20.3	1.99	1.66
	Fixed	25.8	2.1	23.2	18.3	2.01	1.74
	Cured	22.0	1.5	22.3	16.2	1.75	1.77
0.058m ³ /min. kg	Yellowed	86.0	3.5	20.0	18.3	1.81	1.77
	Half fixed	33.6	3.3	23.6	20.2	1.82	1.66
	Fixed	33.3	2.7	24.6	20.3	1.78	1.63
	Cured	32.9	2.2	22.7	19.0	1.82	1.54

이 많을수록 많이 감소하였다. 송풍량이 많을 때 건조후기에 전분의 감소량이 많아 건조엽의 전분함량이 적은 것은 조입량을 적게 하였을 때의 결과와 일치하고 있다

전당과 환원당은 송풍량이 적을수록 최대함량에 도달하는 시기가 늦고 함량의 증가가 큰 경향으로 0.11m³/min·kg과 0.083m³/min·kg은 선택고정증기, 0.058m³/min·kg은 선택고정말기에 최고값을 나타내고 증가량도 많았다. 처리별 건조엽의 함량은 0.11m³/min·kg이 가장 낮고 0.083m³/min·kg과 0.058m³/min·kg은 비슷하였다.

전질소와 니코틴은 송풍량이 적을수록 함량이 낮은 경향이었는데 이는 송풍량이 적을수록 탈수속도가 느리게 진행되어 건조시간이 연장되었기 때문이며 특히 열충수분함량이 많은 황변기 및 선택고정초기의 경과시간이 길었던 것이기인 된 것으로 생각된다.

황색종의 향기성분에 대하여 Ishiguro⁵⁾는 Damascenone, Megastigmatrienone, Solanone이 대표적이라 하였으며, Wahlberg²³⁾ 등은 정유성분중 Damascenone, Damascone, p-ionon, Solanone과 Norsolanadione을 중요향기 성분으로 취급하고 있는데 송풍량별 건조과정중 Solanone, Damascenone, Megastigmatriene-3-one의 함량변화는 표 3과 같다.

Solanone과 Damascenone에 대하여 Wahlberg²³⁾ 등은 건조과정 또는 후숙과정에서 생성된다고 하며, 이¹¹⁾ 등의 조사에 의하면 저장중에 12~15개월 사이에 증가하다가 점차 감소하였다. 본 실험에서도 건조중에 두 성분 모두 증가하였으며 Solanone의 증가량은 적었으나 Damascenone은 많이 증가하였다. 건조경과에 따라서는 Solanone은 중골건조기때 다소 증가하였으며, Damascenone은 황변기때 많이 증가하고 중골건조기때에도 다소 증가하였으며, 송

Table 3. Changes in major aromatic constituents during the curing by circulating air volume. (peak area/ISTD, 1 mg area)

Circulating air volume	Curing elapsed	Solaneone	Damas-cenone	Megastigmatriene-3-one				
				I	II	III	IV	Total
	At harvested	7.06	2.65	0.25	1.03	0.46	0.77	2.51
0.11m ³ /min. kg	Yellowed	7.36	5.22	0.62	2.55	0.98	2.34	6.49
	Half fixed	8.04	5.86	0.59	2.52	0.67	2.05	5.83
	Fixed	7.06	4.81	0.88	2.87	0.61	2.18	6.54
	Cured	7.88	5.55	0.84	4.19	0.80	2.41	8.24
0.083m ³ /min. kg	Yellowed	6.28	4.32	0.37	1.43	0.48	1.30	3.58
	Half fixed	7.74	4.43	0.79	1.83	0.73	1.47	4.82
	Fixed	7.40	4.49	0.42	1.83	0.45	1.43	4.13
	Cured	7.56	6.34	0.72	2.60	1.03	2.18	6.53
0.058m ³ /min. kg	Yellowed	6.51	4.44	0.37	1.47	0.48	1.25	3.57
	Half fixed	5.40	3.54	0.61	1.24	0.55	1.02	3.42
	Fixed	6.86	4.07	0.50	1.95	0.66	1.54	4.65
	Cured	9.95	4.32	0.65	1.99	1.03	2.38	6.05

풍량이 적을수록 증가율이 크게 나타났다.

Megastigmatriene-3-one은 5가지의 이성체가 존재하는 화합물¹⁾로 이들의 총합량은 건조중에 계속 증가하였으며, 0.11m³/min·kg은 건조초기에 0.083m³/min·kg과 0.058m³/min·kg 처리는 중괄건조기에 많은 양이 증가하였다.

휘발성 중성정유성분은 담배의 향기와 관련이 있는 것으로 알려져 있는데^{1,2,3,15)} 건조과정중 함량변화는 표 4와 같이 대부분 건조중에 형성되거나 함량이 많이 증가하였다. 1, 8-Cineole, Undecane, 2-phenyl alcohol은 탈수건조기 인 선택고정기 부터 형성되는 것으로 나타났다.

Dibutylphthalate는 건조중에 다소 감소되고, Furfuryl alcohol은 건조중에 증가하였는데 중괄건조기에 많이 증가하였다. 송풍량에 따라서는 1, 8-Cineole과 2-phenyl alcohol은 송풍량이 많은 처리에서 증가율이 높고, Undecane은 송풍량이 적은 처리에서 함량이 높았다.

휘발성유기산의 함량변화는 표 5와 같이 건조중에 그 함량이 증가됨을 알수 있었고, 특히 중

괄건조기에 증가하였으며 송풍량이 적을수록 다소 높은 경향이였다. 이들 성분은 향각미종인 오리엔트엽에 많이 존재하여 향기에 직접 관여한다고 알려져 있는데^{15,23)} 황색종연초에 있어서는 선택고정기 까지는 함량이 극히 적으나 중괄건조기때 많이 증가하였다. 이와 같은 본 실험의 결과는 중괄건조기때의 온도, 풍량등 건조조건이 향각미에 크게 영향하고 있음에 대한 결과를 고찰할때 중요한 하나의 성분으로 취급하여 검토할 필요가 있다고 본다.

송풍량별 건조엽의 평형수분율, 부스러짐성 및 부풀성은 표 6과 같다.

평형수분율은 송풍량이 적을수록 높고, 부스러짐성과 부풀성은 0.083m³/min·kg보다 송풍량이 많거나 적을때 높은 값을 보였고 0.11m³/min·kg 처리구가 가장 높았다.

건조엽의 물리성면에서 볼 때 현재 산지에 보급되고 있는 벌크건조기의 송풍량인 0.11m³/min·kg 보다 25%정도 감량한 0.083m³/min·kg 처리가 좋은 것으로 나타났다.

Table 4. Changes in volatile neutral constituents during the curing by circulating air volume. volume. (peak area/ISTD, 1mg area)

Circulating air volume	Curing elapsed	Furfural+ furfuryl alcohol	1,8cinele	Undecane	2-phenyl alcohol	2-phenyl ethanol	Dibuthyl phthalate
	At havasted	0.46	1.17
0.11m ³ /min. kg	Yellowed	1.60	.	.	.	0.39	2.09
	Half fixed	1.18	0.43	0.64	.	.	1.26
	Fixed	1.61	1.91	0.21	0.85	0.22	0.63
	Cured	2.73	2.69	0.32	1.24	0.16	1.31
0.083m ³ /min. kg	Yellowed	1.52	.	.	.	0.20	0.11
	Half fixed	1.05	.	0.68	.	0.25	1.09
	Fixed	1.51	1.10	0.56	0.33	0.21	1.38
	Cured	4.32	1.61	0.60	0.51	0.40	0.93
0.058m ³ /min. kg	Yellowed	1.44	.	0.54	.	0.20	0.90
	Half fixed	0.29	.	0.48	.	0.16	1.19
	Fixed	1.30	0.93	0.64	.	0.18	1.09
	Cured	3.53	1.82	0.88	0.63	0.18	0.91

Table 5. Changes in volatile acids during the curing by circulating air volume. (mg/100g of sample)

Circulating air volume	Curing elapsed	2-methyl buta- noic acid	3-methyl buta- noic acid	Total
	At havasted	-	-	-
0.11m ³ /min. kg	Yellowed	t	t	t
	Half fixed	t	t	t
	Fixed	t	t	t
	Cured	0.230	t	0.230
0.083m ³ /min. kg	Yellowed	t	t	t
	Half fixed	t	t	t
	Fixed	t	t	t
	Cured	0.238	0.084	0.322
0.058m ³ /min. kg	Yellowed	t	t	t
	Half fixed	t	t	t
	Fixed	t	t	t
	Cured	0.294	0.080	0.374

* t: trace

Table 6. Equilibrium moisture content, shatter index and filling capacity of cured leaves by circulating air volume.

Circulating air volume	Equilibrium moisture content (%)	Shatter index (%)	Filling capacity (cc/g)
0.11 m ³ /min. kg	11.27	3.94	3.96±0.14
0.084m ³ /min. kg	11.66	3.62	3.22±0.07
0.058m ³ /min. kg	11.97	3.72	3.30±0.04

결 론

벌크건조엽의 품질저하 원인중의 하나로 송풍량이 많다는 것이 지적되고 있다. 그리하여 적정송풍량 설정의 기초자료를 얻고자 현행 송풍량 0.11m³/min·kg을 대조로 하고 0.083m³/min·kg, 0.058m³/min·kg으로 감량하였을 때 건조경과 및 내용성분 변화를 조사한 바 그 결과를 요약하면 다음과 같다.

1. 건조경과중의 탈수속도는 송풍량이 적을수록 느렸으며 0.058m³/min·kg으로 감량하였을 때는 탈수지연으로 건조시간이 10시간 연장되었으며 상·하단간의 온도차가 컸다.

2. 송풍량이 적을수록 전당, 환원당의 증가율이 크고, 전질소와 니코틴함량의 감소율이 크게 나타났다.

3. 주요항기성분중 Solanone은 0.058m³/min·kg, Damascenone은 0.083m³/min·kg에서 함량이 제일 높았으며, 건조후기에 많은 양이 증가하였다.

4. 휘발성중성성분중 1, 8-Cineole과 2-phenyl alcohol은 송풍량이 많은 처리에서 증가율이 높고, Undecane은 송풍량이 적은 처리에서 함량이 많았으며 선택고정기 이후에 많은 양이 증가하였다.

5. 휘발성유기산은 주로 중괄건조기에 증가되었으며, 송풍량이 적을수록 다소 높은 경향이 있었다.

6. 건조엽의 물리성은 송풍량이 적을수록 평형수분율이 높고, 부스러짐성과 부풀성이 낮았다.

참 고 문 헌

1. Enzell, C. R., Rec. Adv. in Tob. Sci. 2:32-60(1976).
2. Enzell, C. R., Rec. Adv. in Tob. Sci. 6:64-122(1980).
3. Fujimori, T., Agr. Biol. Chem. 10:303-315(1976).
4. 황건중, 석영선, 이한석, 한국연초학회지. 7-2:129~139(1985).
5. Ishiguro, S., Jap. Cor. Cent. Res. Inst. Sci. 121:12(1979).
6. Izumi, H., T. Saeki, T. Kimura and T. Kimura and T. Yamate, Special Bull. Utsunomiya Tob. Exp. stn. 2:21~39(1985).
7. Kado, K., Y. Kushida and T. Hirose, Special Bull. Utsunomiya Tob. Exp. Stn. 2:39~51(1985).
8. Kallianos, A. G., Rec. Adv. in Tob. Sci. 2:61~79(1976).
9. Kimura, T., T. Saeki, T. Yamate and H. Izumi, Special Bull. Utsunomiya Tob. Exp. Stn. 2:1~11(1985).

10. Leffingwell, J. C., *Rec. Adv. Tob. Sci.* 2:1~13(1976).
11. 이상하, 민영근, 한국인삼연초연구소 보고서 잎담배저장숙성연구. 1~38(1984).
12. Lloyd, R. A., *Tob. Sci.* 2:40~48(1976).
13. 西中良照, 葉たばこ研究. 92:1~17(1983).
14. Noguchi, M., *Agric. Biol. Chem.* 35:65~70(1971).
15. Roberts, D. L. and W. A. Rohde, *Tob. Sci.* 16:107~112(1972).
16. 류명현, 석영선, 이운철, 한국연초학회지 5-2:9~15(1983).
17. Saeki, T., H. Izumi, T. Kimura and T. Kaga, *Bull. Morioka Tob. Exp. Stn.* 39:7~17(1978).
18. 석영선, 황건중, 이운홍, 한국연초학회지, 8-1:41~48(1986).
19. 석영선, 이상하, 한국인삼연초연구소보고서 건조편 44~55(1983).
20. Stedman, R. L., D. Burdick and I. Schmeltz, *Tob. Sci.* 7:166~169(1973).
21. Torri, S., K. Uneyama and T. Inokuchi, *Perfume* 125:47(1979).
22. Tso, T. C., *Physiology and Biochemistry of Tobacco Plants.* Dowden, Hutchinson and Ross, Inc., Stroudsburg PA.
23. Wahlberg, I. and K. Karesson, *Phytochem.* 16:1217~1231(1977).
24. Yoshiro, T., Some problems on the bulk curing of flue-cured tobacco. CORESTA(1981).