

잎담배 건조중 산소공급에 따른 내용성분 및 물리성 변화

황건중^{*1} · 석영선^{*2}

한국인삼연초연구원 수원시험장^{*1} · 충북대학교 농과대학^{*2}
(1996년 3월 15일 접수)

Effect of Oxygen Supply on Chemical Composition and Physical Properties of Tobacco Leaves During Flue-curing

Keon Joong Hwang^{*1} · Yeong Seon Seok^{*2}

Suwon Experiment Station, Korea Ginseng and Tobacco Research Institute¹
College of Agriculture, Chungbuk National University²
(Received March 15, 1996)

ABSTRACT : This experiment was carried out to study the effect of oxygen on chemical composition and physical properties of tobacco leaves during flue-curing. The results obtained were as follows: Starch content decreased and sucrose content increased with increasing oxygen supply during curing. Glucose and fructose of the cured leaves showed high content at the 5-10% oxygen supply. Amino-N and nitrate-N increased with increasing oxygen supply. Total nitrogen and NH₄-N showed the lowest value at the 5-10% and 10-15% oxygen supply in the cutters and leaf, respectively. Chlorophyll and chlorogenic acid increased, and total volatile base decreased with increasing oxygen supply. The activity of α -amylase increased at the latter period of flue-curing, and the maximum activity point were delayed 12 hours with increasing oxygen supply. Shatter index of cured leaves decreased with increasing oxygen supply. It was desirable to supply oxygen during flue-curing for the improvement of chemical and physical properties such as starch, total sugar, chlorogenic acid, and shatter index of cured leaves.

Key words : oxygen, chemical composition, flue-curing

* 연락처자 : 305-345, 대전광역시 유성구 신성동 302번지, 한국인삼연초연구원

* Corresponding author : Korea Ginseng and Tobacco Research Institute, 302 Shinsong-Dong, Yosong-Ku, Taejeon, 305-345, Korea

잎담배 건조는 품종의 특성과 담배제조용도에 부합하도록 색상, 내용성분 및 물리성의 변화를 꾀하여 잎담배 품질을 고정하는 작업으로 담배경작의 최종 단계이면서 가장 중요한 과정이다(村岡, 1970). 또한 황색종 잎담배의 건조는 비교적 짧은 기간 내에 색상과 내용성분을 바람직한 방향으로 변화시켜야 하며 이를 위해서는 건조 경과에 따른 적합한 환경조건을 부여하여야 한다(千葉, 1983; 西中, 1983; 大堀, 1980).

이들 환경조건중 온도, 습도 및 풍속은 가장 주된 환경요인으로써 잎담배 건조의 성패를 좌우하며, 건조잎담배의 품질을 결정하는 것으로 알려져 있으며(Mohapatra, 1980), 이러한 주요 환경조건 외에도 건조실내에 존재하는 여러가지 기체물질에 의해서도 건조과정중의 잎담배가 영향을 받아 품질의 변화를 초래하는 것으로 알려져 있다(Weybrew, 1953). 한편 건조실내의 산소함량에 따라서도 잎담배의 색상 및 내용성분이 변화하는 것으로 알려져 있는데 산소함량이 0.01 % 이하의 환경에서는 잎담배의 갈변이 이루어지지 않으며, 산소농도가 8 % 이상 되어야 갈변이 현저히 발생하며 산소는 polyphenol의 효소적 산화에 작용하는 것으로 보고되어 있다(Johnson, 1966; Watkins, 1962; Williamson, 1973).

본 실험은 건조경과중의 잎담배가 여러 농도의 산소공급 하에서 어떠한 내용성분의 변화가 발생하는가를 조사하고 이러한 변화의 원인과 내용을 밝히고자 실시하였다.

재료 및 방법

건조시료는 한국인삼연초연구원 수원시험장에서 황색종(NC82)을 일반말칭 표준재배법(4월 15일 이식)으로 재배하여 적숙된 중엽 (적심후 상부로부터 8-10매엽) 과 본엽 (적심후 상부로부터 6-8매엽)을 사용하였다. 건조방법은 현재의 벌크건조기 표준사용법에 준하여 실험실 소형건조기 (상면적 0.4 m², 생엽용량 25 kg, 풍량 5 m³/min)에서 실시하였으며, 산소는 순수한 산소 봄베를 이용하

여 건조기의 공기흡입구를 통하여 공급하였는데, 공급량은 건조실 부피의 5-10 % 및 10-15 %가 되도록 하였다. 분석시료는 건조경과 12시간마다 채취하여 급냉동시킨 후 냉동건조기 (-50 °C, 50 mtorr)에서 건조하였으며, 건조가 끝난 시료는 주맥을 제거한 사용하였다.

내용성분 분석은 담배성분 분석법(한국인삼연초연구소)에 준하여, 전당, 환원당, 니코틴은 자동분석기 (Technicon Auto Analyzer II)를 이용한 자동분석법으로, 전질소는 kjeldahl법, 단백태 질소는 trichloroacetic acid법, 암모니아태 질소는 흡광도법, 질산태 질소는 dimethylphenol법, 아미노태 질소는 ninhydrine법, 전분과 엽록소는 흡광도법, 전취발성 염기는 증류법, 개별당 및 chlorogenic acid는 HPLC를 이용하여 분석하였다. α -amylase의 활성도는 전분과 요오드 용액을 이용한 흡광도법으로 측정하였으며, 건조엽의 물리성을 알아보기 위하여 품질이 균일한 건조엽을 채취하여 주맥을 제거한 엽육을 각폭이 0.9 mm가 되도록 절각한 다음 Heiner borgwaldt기 및 ball mill을 이용하여 부풀성 과 부스러짐성을 측정하였다.

결과 및 고찰

수확엽에 존재하는 전분과 같은 다당류 탄수화물은 건조과정중에 포도당이나 과당과 같은 단당류로 분해되는데 이러한 탄수화물의 분해는 건조환경 및 작용하는 효소의 활성도에 따라서 변화하는 것으로 알려져 있으며(Tso, 1972), 건조환경의 한가지 요소인 산소량에 따른 건조엽의 탄수화물 함량변화는 Table 1 과 같다. 중·본엽 모두 산소량이 증가할수록 전분의 분해는 빨라지는 것으로 나타나고 있으며, 분해된 전분은 포도당, 과당 및 자당으로 변화되는데, 산소량이 증가할수록 자당의 함량도 증가되며, 포도당과 과당은 산소량이 5-10 % 일 때 건조엽에서의 함량이 가장 높았다. 이와 같은 결과로 볼 때, 산소의 공급은 분해된 단당류 탄수화물의 대사작용에도 영향을 미쳐서, 건조후기에 포도당과 과당의 함량감소가 발생하

Table 1. Changes of carbohydrate compound content of cured leaf during flue-curing at different level of oxygen supply.

Stalk position	Oxygen supply (%)	Carbohydrate compounds (%)					
		Starch	Total sugar	Reducing sugar	Glucose	Fructose	Sucrose
Cutters	0	5.8	25.3	22.7	11.62	9.72	1.60
	5 - 10	4.2	27.7	25.0	14.20	10.02	1.26
	10 - 15	3.6	24.8	21.8	11.84	9.44	1.74
Leaf	0	2.8	21.3	18.4	9.54	5.72	1.06
	5 - 10	2.8	23.0	19.0	11.32	7.16	1.31
	10 - 15	2.0	20.6	18.0	7.74	5.14	2.02

는 것으로 사료되며, 산소의 양이 5-10 % 일때가 다당류 탄수화물의 분해와 단당류의 형성에 적합하였던 것으로 생각된다.

잎담배중의 질소화합물은 담배의 맛 과 향기에 깊이 관여하는 성분으로 담배 깍미를 자극하는 악화인자로 알려져 있다(Tso, 1972). 건조과정중 산소량에 따른 질소화합물의 함량변화를 보면 Table 2와 같다. 건조과정중 단백질 질소와 같은 고분자 질소화합물이 분해되어 아미노태 질소와 같은 저분자 화합물로 변화되는 것이 바람직한 과정으로서 엽분에 따라 다른 함량변화를 보이고 있다. 아미노태 질소 및 질산태 질소는 산소량이 증가할수록 증가되는 것으로 나타나고 있는데, 이러한 경향은 증엽에서 확실히 나타나고 있다. 전 질소, 단백질 질소, 암모니아태 질소는 산소량에 따른 유의한 함량변화를 나타내지 않았으나, 엽분에 따라서는 다른 함량변화를 나타내고 있다. 암모니아태 질소 함량은, 증엽에서는 산소 5-10 % 처리구가, 본엽에서는 산소 10-15 % 처리구가 가장 낮은 것으로 나타나고 있는데, 위와같은 결과는 건조과정 중의 산소공급은 이들 질소화합물의 후반기 분해에 영향을 미치는 것을 알 수 있다.

잎담배중의 polyphenol은 rutin 과 chlorogenic

Table 2. Changes of nitrogen compound contents of cured leaf during flue-curing at different level of oxygen supply.

Stalk position	Oxygen supply (%)	Nitrogen compounds					
		Nicotine (%)	Total N (%)	Protein N (%)	Amino N (ug/g)	Ammonia N (ug/g)	Nitrate N (%)
Cutters	0	0.70	1.07	0.60	638	30.0	0.155
	5 - 10	0.88	1.03	0.64	638	26.7	0.186
	10 - 15	0.70	1.25	0.60	725	41.3	0.215
Leaf	0	1.23	1.25	0.77	870	33.3	0.220
	5 - 10	1.42	1.75	0.69	928	33.3	0.229
	10 - 15	1.45	1.61	0.74	1,150	30.7	0.224

acid가 주성분으로서 엽색 및 연기의 형성에 중요한 역할을 하며(Waker, 1968), 건조 후반기에 많이 형성되는 것으로 알려져 있는데(석 등, 1986), 특히 잎담배 품질과 밀접한 관계가 있는 chlorogenic acid 는 건조과정중에 30-500 % 증가되며(Waker, 1968), 엽록소는 이들 polyphenol과 역의 상관에 엽기는 담배의 깍미와 관련이 있는 성분으로 알려

Table 3. Changes of chlorophyll, chlorogenic acid, rutin and total volatile base content of cured leaf during flue-curing at different level of oxygen supply.

Stalk position	Oxygen supply (%)	Chemical compounds			
		Chlorophyll (ug/g)	Chlorogenic acid (%)	Rutin (%)	Total volatile base (%)
Cutters	0	30.1	1.53	0.81	0.199
	5 - 10	27.1	1.74	0.87	0.136
	10 - 15	36.6	1.85	0.81	0.128
Leaf	0	30.4	-	-	0.221
	5 - 10	36.6	-	-	0.213
	10 - 15	45.2	-	-	0.255

있는 성분으로 알려져 있고(황 등, 1985), 전취발성저 있다(Waker, 1968). 산소량에 따른 chlorogenic acid, rutin, 엽록소 및 전취발성 염기의 함량변화를 보면 Table 3과 같다. 산소량이 증가할수록 건조엽에서의 엽록소 및 chlorogenic acid 함량은 증가되며 전취발성 염기의 함량은 감소되었으며, rutin은 유의한 함량 차이를 보이지 않았다. 엽록소 함량이 증가된 것은 건조중의 산소공급이 엽록소의 분해에 영향을 미쳐서, 무처리구에 비하여 조기에 분해가 완료되어 수확엽의 엽록소가 많이 잔류하기 때문으로 생각된다. 또한 산소의 공급은 건조과정중에 chlorogenic acid의 형성에 관여함으로써 이 성분의 증가를 가져오는 것으로 생각된다. 전취발성 염기는 착엽위치에 따라 다른 경향을 보이고 있는데, 중엽에서는 산소의 공급이 함량의 감소를 가져오나, 본엽에서는 산소양에 따른 유의한 차이를 보이지 않고 있다. 이와같은 결과는, 엽분에따라 건조 경과시간과 엽육의 특성이 다른 것에 기인하는 것으로 생각된다.

건조과정은 잎담배중의 각종 효소의 활성도를 최대화 함으로써 바람직한 내용성분의 변화를 유도하는 조작인데, 건조단계별 성분 변화를 구명하기 위하여 α -amylase의 활성도를 조사한 결과는 Figure 1과 같다. α -amylase는 다당류 화합물을 분해하여 단당류로 만드는 효소로서, 이 효소의 활성도를 측정하므로써 건조과정중의 당류화합물 변화를 추정할 수 있다. 산소량이 증가할수록 α -amylase 효소 활성도가 증가되었으며, 특히 건조 후반기의 활성도가 무처리구에 비하여 높았는데 활성도 최고점 도달시간도 12시간 정도 지연되는 것을 알 수 있다. 이와 같은 결과는 건조엽의 전분 함량이 산소 고농도 처리구 (10-15%)에서 가장 낮은 수치를 나타낸 원인을 구명할 수 있는데, 이는 산소 공급시 건조후반기 까지 α -amylase가 작용하여 전분의 분해를 계속하기 때문으로 사료된다.

건조엽의 품질은 내용성분 뿐만 아니라 물리성으로도 평가되는데 가장 중요시되는 잎담배 물리성인 부풀성과 부스러짐성을 조사하여 Table 4

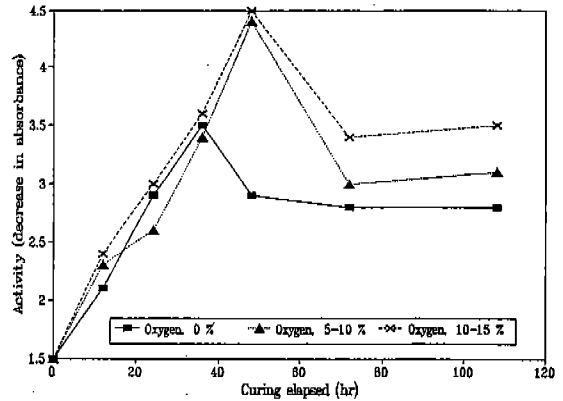


Figure 1. Changes of α -amylase activity by oxygen treatment during flue-curing

에 나타내었다. 건조과정중에 산소의 양이 증가할수록 건조엽의 부풀성은 다소 감소하나, 부스러짐성은 많이 감소하는 것을 알 수 있으며, 이러한 물리성의 변화는 내용성분중 당류 화합물의 함량 변화와 연관되는 것으로 생각되며 부스러짐성이 크게 감소하는 것은 건조엽의 조직이 유연성을 갖는 것을 의미하며, 이러한 경향은 잎담배 저장 및 처리를 용이하게 하는 것으로 바람직한 결과로 생각된다.

Table 4. Comparison of filling capacity and shatter index of cured leaf at different level of oxygen supply.

Oxygen supply (%)	Filling capacity (cc/g)	Shatter index (%)
0	5.04	6.18
5 - 10	4.82	5.23
10 - 15	4.75	4.11

결 론

건조과정중 산소공급에 따른 잎담배 내용성분, 효소 및 물리성의 변화를 조사한 결과는 다음

과 같다.

1. 증분엽 모두 산소량이 증가할수록 전분의 함량은 감소되며, 서당의 함량은 증가되고, 포도당과 과당은 산소량이 5-10 % 일 때 건조엽에서의 함량이 높은 것으로 나타났다.
2. 증엽에서 아미노태 질소 및 질산태 질소는 산소량이 증가할수록 증가되며, 암모니아태 질소 함량은, 증엽에서는 산소 5-10 % 처리구가, 본엽에서는 산소 10-15 % 처리구가 낮았다.
3. 산소량이 증가할수록 건엽에서의 엽록소 및 chlorogenic acid 함량은 증가되며 전취발성 염기의 함량은 증엽에서 감소되었다.
4. 산소량이 증가할수록 건조후반기의 α -amylase 효소활성도가 무처리구에 비하여 높았으며 활성도 최고점 도달시간도 12시간 정도 지연되었다.
5. 건조과정중에 산소의 양이 증가할수록 건조엽의 부풀성은 감소되나, 부스러짐성은 많이 감소되었다.

참 고 문 헌

1. 千葉聖一 (1983) 黄色種乾燥の實態について. 葉たばこ研究 92:32-37.
2. 황건중, 석영선, 이한석 (1885) 황색종 연초 건조중 황변기 온습도차가 잎담배 색상 및 화학성분에 미치는 영향. 한국연초학회지 7:129-139.
3. 西中良照 (1983) 黄色種 Bulk乾燥機の循環風量と葉たばこ香喫味. 葉たばこ研究 92:11-17.
4. Johnson, W. H. (1966) Oxygen depletion by prspiration for bright leaf tobacco in a closed curing system. *Tob. Sci.* 10:5-10.

5. Mohapatra, S. C. and W. H. Johnson (1980) Post-harvest physiology of bright leaf tobacco 1. Comparative biochemical changes during the yellowing and drying phases of curing *Tob. Sci.* 24:37-39.
6. 村岡洋三 (1970) 葉たばこの 乾燥法. 農産漁村文化協會 日本.
7. 大堀和信 (1980) 黄色種の乾燥條件と香喫味 葉たばこ研究, 83:151-157.
8. Tso, T. C. (1972) Physiology and Biochemistry of Tobacco Plant p. 140-342, Dowden, Hutchinson and Ross Inc., U.S.A.
9. 석영선, 황건중, 이은홍 (1986) 황색종 연초 건조에 있어서 건조 조건에 따른 내용성분 변화 II. 중풍건조기 승온온도에 따른 영향. 한국연초학회지 8:41-48.
10. Waker, E. K. and T. T. Lee (1968) *Can. J. Plant Sci.*, 48:381-391.
11. Watkins, R. W. and F. J. Hassler (1962) Effect of oxygen stress on tobacco discoloration. *Tob. Sci.* 6:92-97.
12. Weybrew, J. A., H. B. Duckett and F. J. Hassler (1953) Curing tobacco with anthracite. Tech. Bul. No. 102, North Carolina Agricultural Experiment Station, North Carolina, U.S.A.
13. Williamson, S. J. (1973) Fundamentals of air pollution. p.246-365, Addison-wesley Publishing Company, IL, U.S.A.