

아황산가스가 건조 과정중 잎담배 내용성분에 미치는 영향

황 건 중 · 석 영 선

한국인삼연초연구소

The Effect of SO₂ Gas on Chemical Composition of Tobacco Leaves During Flue-curing

Keon Joong Hwang · Yeong Seon Seok

Korea Ginseng and Tobacco Research Institute

ABSTRACT

This experiment was carried out to study on the effect of SO₂ gas to chemical composition of tobacco leaves during flue-curing. The results were as follows :

SO₂ gas in briquet was the major factor to damage with tobacco leaves.

The damage only occurred in a presence of moisture in tobacco leaves, it did not occur after color fixing stage which is a little leaf moisture.

The danger of damage to tobacco leaves lies in 10 ppm of SO₂ gas concentration.

Follow with the SO₂ gas concentration increased, sugar and nitrogen contents became higher, polyphenol contents were loss, and the quality of tobacco leaves declined.

I. 서 론

잎담배 건조는 품종의 특성과 담배제조용도에 부합하도록 색상, 내용성분, 물리성의 변화를 꾀하여 잎담배 품질을 고정하는 작업으로 담배경작의 최종단계이면서 가장 중요한 과정이다.

또한 황색중 잎담배의 건조는 비교적 짧은 기간내에 색상과 내용성분을 바람직한 방향으로 변화시켜야 하며 이를 위해서는 건조 경과에

따라 적합한 환경조건을 부여하여야 한다.^{1~10)}

이들 환경조건 중 온도, 습도 및 풍속은 가장 주된 환경요인으로써 잎담배 건조의 성패를 좌우하며 건조잎담배의 품질을 결정하는 것으로 알려져 있으며^{8~12)} 이러한 주요 환경조건 외에도 건조실내에 존재하는 여러 가지 기체 물질에 의해서도 건조과정 중의 잎담배가 영향을 받아서 품질의 변화를 초래하는 것으로 알려지고 있다.¹³⁾

잎담배 건조 연료로 가장 많이 사용되고 있는 연탄은 연소시 CO, CO₂, SO₂ 등의 가스를

배출하며 이 가스들이 연소실이나 철관의 틈새를 통하여 건조실에 유입되므로써 잎담배 건조의 실패를 초래하는 경우가 발생하고 있으며 특히 연탄가스 중 아황산가스는 잎담배 품질에 나쁜 영향을 미치고 있다고 보고되고 있다.¹³⁾

아황산가스에 의한 식물체의 피해는 아황산가스가 식물체에 직접 작용하기보다는 SO_2 가 SO_3 로 산화되고 다시 SO_3 는 공기중의 물과 화합하여 H_2SO_4 가 되며, H_2SO_4 가 갖고 있는 부식성에 의하여 식물체의 세포가 피해를 입는 것으로 알려져 있다.¹⁴⁻¹⁵⁾

아황산가스가 식물체에 접촉되며 잎 뒷면의 표피 밑의 세포(Parenchyma)가 먼저 피해를 입으며 계속해서 아황산가스에 접촉되면 내부 세포(Palisade)가 피해를 입게 되어 그 부분의 세포가 죽게 되므로 시들고 탈색되어 황갈색을 띄우게 된다. 건조 중 아황산가스가 잎담배에 미치는 영향은 효소작용 억제, 단백질과 전분의 이화작용 억제, 표백작용 등이며 담배의 껍질에도 악영향을 미친다고 알려져 있다.¹³⁾

본 실험은 건조과정 중의 잎담배가 여러 농도의 아황산가스에서 어떠한 내용성분의 변화가 발생하는가를 조사하고 이러한 변화의 원인 및 내용을 밝히고자 한다.

II. 재료 및 방법

1. 시료 채취 및 건조방법

본 실험의 시료는 한국인삼연초연구소 경작 시험장 포지에서 NC2326을 일반 말칭 표준재 배법에 순하여 재배하였으며 지속엽에 단한 본엽을 수확하여 건조하였다. 건조는 Bulk 건조기를 사용하였으며 건조경과 중의 아황산가스 처리는 별도의 Chamber에 연탄가스를 유입시켜 5ppm, 10ppm, 20ppm, 30ppm, 100ppm, 으로 아황산가스농도를 조절하여 놓고 일정 건조과정에 있는 시료를 운반하여 넣은 후 4시간 동안 방치하고 다시 Bulk 건조기에 옮겨 정

상적인 건조를 계속하였으며 분석시료는 반분법으로 채취하여 냉동실에 넣어 급냉동시킨 후 냉동건조기를 사용하여 건조하여 분쇄하고 16 mesh체를 통과시킨 것을 사용하였다.

2. 내용성분 분석

전당, 환원당, 니코틴은 자동분석기(Technicon A.A. II)를 이용한 자동분석법으로 분석하였으며 전질소는 개량 Kjeldahl법, 단백백질소는 Trichloroacetic acid법, Ammonia는 흡광도법, 질산태질소는 Dimethylphenol법, chlorogenic acid 및 Rutin은 HPLC를 이용하여 분석하였으며 기타의 방법들은 담배성분 분석법(한국인삼연초 연구소간, 1979)에 준하여 실시하였다.

III. 결과 및 고찰

연탄연소시 발생하는 기체의 양은 연소상태 및 연소시간에 따라 많은 차이가 있는데, 건조실내의 연탄가스농도 변화를 알아보기 위하여 13.2m²의 공건조실에 연탄을 2장 및 4장을 연소시켜 시간경과에 따른 가스농도를 조사하여 Table 1에 나타냈다.

이산화탄소는 연탄연소시 가장 많이 발생하는 기체로서 건조실내의 농도가 0.5-1.8% 수준이었으며 일산화탄소는 450-1,500 ppm, 아황산가스는 2.0-10ppm 수준이었다.

연탄연소 경과시간에 따른 이들 가스의 함량변화를 보면, 아황산가스는 불꽃이 가장 왕성한 착화 후 1시간 경과시에 가장 높은 함량을 나타냈으며, 이후 점차 감소하는 경향이었고, 일산화탄소는 착화 직후에 가장 높은 수치를 나타냈으며, 이산화탄소는 착화 후 2시간 경과 후에 가장 높은 수치를 나타내고 있었다.

4탄을 연소시킨 경우가 2탄을 연소시킨 경우의 2배에 가까운 가스농도를 나타내고 있었으며, 연소경과시간이 지남에 따라 가스농도

Table 1. Changes in gas contents in empty barn.

Component		Time(hr.)				
		0.5	1.0	2.0	3.0	4.0
SO ₂ (ppm)	2 briquet	4.0	5.0	2.0	3.0	3.3
	4 briquet	7.0	9.5	6.0	9.0	9.0
CO ₂ (%)	2 briquet	0.55	0.65	0.65	0.65	0.60
	4 briquet	1.10	1.60	1.85	1.70	1.20
CO (ppm)	2 briquet	1,100	1,100	750	680	450
	4 briquet	1,500	1,250	800	750	750

Table 2. Effect of SO₂ gas on chemical components of tobacco leaves.

Component		(%)							
SO ₂ Concentration	Total sugar	Redu- cing sugar	Total -N	Nico- tine	Protein -N	Ammonia -N	Nitrate -N	T.C.A.*	Rutin
0 ppm	20.0	16.7	1.25	2.91	0.64	0.035	0.037	4.93	1.14
5 ppm	22.2	17.1	1.40	2.92	0.63	0.034	0.033	4.15	0.65
10 ppm	23.0	17.3	1.43	3.00	0.63	0.034	0.033	4.10	0.54
20 ppm	23.7	17.3	1.55	3.00	0.64	0.027	0.034	3.41	0.49
30 ppm	23.4	18.2	1.54	3.22	0.69	0.023	0.032	3.60	0.41
100 ppm	23.7	18.8	1.58	3.36	0.72	0.023	0.034	3.35	0.41

*T.C.A. : Total chlorogenic acid.

가 감소하는 것은 건조실의 창문이나 배습구를 통하여 이들 가스가 유출되기 때문으로 생각된다.

잎담배 건조과정 중 황변기완료 직후에 아황산가스를 4시간 처리한 후 정상건조시킨 건조엽의 아황산가스농도에 따른 내용성분 변화된 보면 Table 2와 같다.

아황산가스 처리에 따른 당함량의 변화를 보면, 무처리엽에 비하여 아황산가스 처리엽이 다소 높은 함량을 나타내고 있는데, 이는 아황산가스 처리엽의 세포가 아황산가스에 의해 손상을 입으므로써 황변완료 이후의 건조과정에서 세포의 정상적인 대사작용이 이루어지지 않으므로써 황변완료시 세포에 형성된 당화합물이 그대로 건조엽에까지 이행되기 때문으로 생각된다.

환원당의 함량변화도 전당의 경우와 비슷하여 아황산가스 처리엽이 무처리엽에 비하여 다소 높은 함량을 나타내고 있었다.

잎담배 중의 질소화합물은 담배의 맛과 향기에 깊이 관여하는 성분으로 담배맛미를 자극하는 악화인자로 알려져 있다.¹⁶⁾

아황산가스 처리에 따른 이들 질소화합물의 함량변화를 보면, 전질소 니코틴, 단백질질소 등은 아황산가스 처리엽이 무처리엽에 비하여 높은 수치를 나타내고 있었으며 처리농도에 따라서도 유의한 차이가 있어, 아황산가스 처리농도가 증가할수록 이들 질소화합물의 함량이 증가하는 것으로 나타나고 있다.

이러한 질소화합물의 증가 현상은 아황산가스에 의해 세포가 손상되고 효소작용이 억제되므로써 황변기 이후 건조기간동안 정상세포

에서 일어나는 질소화합물의 분해작용이 일어나지 못해 황변완료시에 형성돼 있던 질소화합물이 건조엽에까지 이행되기 때문으로 생각된다.

전질소함량은 아황산가스 농도가 5ppm 이상의 처리엽 모두에서 무처리엽보다 높은 수치를 나타내고 있었으며 니코틴은 아황산가스 농도가 10ppm 이상의 처리엽에서 무처리엽에 비하여 높은 함량을 보이고 있었다.

전질소의 경우 100ppm 아황산가스 처리엽이 무처리엽에 비하여 약 0.3% 정도의 함량값 차이를 보이고 있는데 이것은 20% 이상 전질소함량이 증가하는 것으로서 잎담배 품질이 그만큼 더 악화된다고 생각할 수 있다.

암모니아태 및 질산태질소는 아황산가스 처리엽에서 무처리엽에 비하여 다소 낮은 함량값을 보이고 있으나 유의한 차이는 없었으며 이러한 경향은 이들 화합물이 니코틴이나 단백질태질소에 비하여 다소 가벼운 화합물로서 건

조과정 중에 다소가 휘발하기 때문인 것으로 생각된다.

Chlorogenic acid 및 Rutin 등의 Polyphenol 화합물은 잎담배의 껍질 및 색상과 관련이 깊은 성분으로서 아황산가스 처리에 따른 함량변화는 결국 껍질 및 엽색상의 변화를 가져온다고 할 수 있다.

이들 성분의 아황산가스 처리에 따른 함량변화를 보면, 무처리엽에 비하여 아황산가스 처리엽이 낮은 함량값을 나타내고 있으며 처리농도가 증가할수록 그 함량의 감소폭도 증가하는 경향을 보이고 있었다.

이러한 함량감소현상은 아황산가스 처리엽이 무처리엽에 비하여 황갈색을 띠우고 있는 사실과 관련지어 생각할 수 있으며, 황변 직후에 형성된 이들 화합물이 아황산가스의 산화작용과 더불어 산화되므로써 함량이 감소하는 것으로 추정된다.

잎담배 건조과정 중에 아황산가스를 처리하

Table 3. Effect of SO₂ on chemical components of tobacco leaves during flue-curing process.

Component Curing process	(%)									
	Total sugar	Reducing sugar	Total -N	Nico- tine	Protein -N	Ammon- ia-N	Nitrate -N	T.C.A.*	Rutin	
Start	13.5	11.3	1.58	3.34	0.70	0.039	0.032	2.78	0.72	
End of yellowing stage	26.0	20.8	1.51	3.22	0.63	0.038	0.029	4.63	1.08	
End of color fixing stage	23.2	16.3	1.33	3.09	0.60	0.039	0.030	5.10	1.18	
End of curing	20.0	16.7	1.25	2.91	0.60	0.035	0.037	4.93	1.14	
End of curing. SO ₂ treatment after yellowing stage	25.4	20.2	1.54	3.22	0.63	0.039	0.032	3.88	0.41	
End of curing. SO ₂ treatment after color fixing stage	20.8	17.9	1.33	2.95	0.60	0.035	0.031	4.90	1.00	

* T.C.A.: Total chlorogenic acid.

Table 4. Comparison of the effect of SO₂ on chemical components of tobacco leaves between briquet and sulfur treatment.

(%)

SO ₂ Component concent. Material	Total sugar	Reducing sugar	Total -N	Nico- tine	Prot- ein-N	Ammonia -N	Nitrate -N	T.C.A.*	Rutin
10ppm briquet	23.0	17.3	1.55	3.00	0.64	0.027	0.034	3.41	0.49
10ppm sulfur	23.2	16.9	1.53	3.10	0.62	0.028	0.032	3.43	0.44
100ppm briquet	25.4	18.0	1.58	3.36	0.68	0.032	0.092	3.35	0.41
100ppm sulfur	25.6	18.8	0.62	3.37	0.68	0.032	0.029	3.50	0.42

* T.C.A.: Total chlorogenic acid.

였을 때 각 건조단계 중 어느 과정에서 피해가 발생하며 내용성분의 변화가 가장 크게 발생하는지를 알아보기 위하여 수확시부터 건조완료 때까지 각 건조과정에 따라 아황산가스를 처리하여 그 내용성분의 변화를 조사하여 Table 3에 나타내었다.

건조가 진행될수록 증가하는 성분은, 전당, 환원당, Chlorogenic acid, Rutin 등이고 니코틴 등의 질소화합물은 건조과정 중에 다소 감소하는 경향을 나타내고 있었으며, 이러한 경향은 아황산가스를 처리하므로써 많은 변화를 야기하여 다른 경향으로 나타나고 있었다.

정상건조법에 비하여 황변완료 직후에 아황산가스 처리한 잎담배에서는 무처리법에 비하여 내용성분 변화를 일으키고 있었으며, 선택고정완료 직후에 아황산가스를 처리한 잎담배에서는 내용성분 변화를 보이지 않고 있어서 아황산가스에 의한 내용성분 변화는 건조의 중간단계인 선택고정 이전에 발생하며 이것은 건조실 및 잎담배의 수분과 밀접한 관련이 있다고 생각된다. 즉 아황산가스에 의한 잎담배 내용성분 변화는 SO₂ → SO₃ → SO₄의 산화작용을 거쳐서 SO₄가 갖고 있는 부식성에 의하여 발생하는 것으로써 선택고정기 이후의 건조과정에서는 건조실 및 잎표면에 수분이 매우 적으므로써 이러한 산화작용이 일어나지 못하며, 따라서 피해엽의 발생도 감소하는 것으로 사

료된다.

연탄가스에 의한 잎담배 내용성분 변화가 연탄가스 중의 아황산가스에 의한 것인지를 확인하기 위하여 Chamber 안에 유황을 연소하여 아황산가스를 발생시키고 그 속에 건조과정 중에 있는 잎담배를 방치한 후 다시 꺼내서 정상 건조하여 연탄가스속에 방치시킨 잎담배와 비교하여 분석한 결과 다음 Table 4와 같았다.

연탄연소 처리엽과 유황연소 처리엽의 외관상의 피해정도가 항상 유사하였으며 내용성분 변화도 매우 유사한 것으로 나타내고 있다.

10ppm 처리엽에서는 두 가지 비교구간에 함량차이가 거의 없었으며 100ppm 처리구간에서는 유황연소 처리엽이 연탄연소 처리엽보다 전체적으로 약간 높은 함량값을 나타내고 있으나 커다란 차이는 보이지 않고 있었다.

이러한 결과로 볼 때 연탄가스 중 잎담배 내용성분에 영향을 미치는 성분은 아황산가스임을 확인할 수 있었으며 건조연료로 사용하는 무연탄을 저유황탄으로 사용하는 것이 바람직하다고 생각되나 그것보다는 연탄연소시 이물가스의 건조실내 유입을 방지하는 것이 양질의 잎담배 생산에 꼭 필요할 것으로 생각된다.

IV. 결 론

건조과정 중에 아황가스가 잎담배 내용성분

에 어떠한 영향을 미치는가를 조사한 결과는 다음과 같다.

○연탄가스 중 잎담배에 나쁜 영향을 미치는 성분은 아황산가스이며, 이러한 영향은 열중에 수분이 존재하는 선택고정기 이전에 발생하며 선택고정기 이후에는 큰 영향이 없었다.

○아황산가스가 잎담배 내용성분에 변화를 주는 농도는 10ppm 이상으로 열중 수분이 어느 정도 존재하는 상태에서 발생하였다.

○아황산가스 농도가 증가할수록 잎담배 내용성분 중 전당, 전질소, 니코틴, 탄백태질소 등은 증가하고, Chlorogenic acid, Rutin 등은 감소하는 경향이었으며 나머지 성분은 유의한 차이가 없었다.

참고문헌

1. 千葉聖一等 : 黄色種 乾燥環境條件の實態について, 葉にばい研究 92:32-37, 1983.
2. 千葉聖一等 : 黄色種 乾燥中 葉温について, 葉にばい研究 92:30-31, 1983.
3. 半澤信久等 : 黄色種 Bulk 乾燥に関する研究 I-IV報, 岡山試報 26:1-64, 1965.
4. 原口勝己, 高尾義輝 : 黄色種 乾燥における 輕高温 乾燥葉の 生出防止, 葉にばい研究 86:21-24, 1981.
5. 日本專賣事業協會 : 黄色種 잎담배 品質改善을 위 하여, 1978.
6. 日本專賣會社 : 葉 にばて 生産技術教本 乾燥編, 1977.
7. 專賣廳 : 잎담배 品質論 p.192, 1977.
8. 村岡洋三, 葉にばいの 乾燥法, 農山漁村文化協會.
9. 西中良照 : 黄色種, Bulk 乾燥機의 循環風量と, 葉にばて의 香騎味, 葉にばて研究 92:11-17, 1983.
10. 大堀和信 : 黄色種의 乾燥條件と 香喫味, 葉にばて研究 83:151-157, 1980.
11. Hawks, S.N., Harvesting and curing in principles of flue cured tobacco production, 2nd ed., 187-209, 1978.
12. Mohapatra, S.C. and W.H. Johnson : Post-harvest physiology of bright leaf tobacco : I. Compative biochemical changes during the yellowing and drying phases of curing. Tob. Sci. : 24: 37-39, 1980.
13. Weybrew, J.A., Weldon, H.B. Duckett and F.J. Hassler : Curing tobacco with anthracite, Tech. Bul. No. 102 North Carolina Agricultral Experiment Station, 1953.
14. 崔義昭, 趙光明 : 環境工學, 清文閣, 338-340, 1976.
15. Williamson S.J. : Fundamentals of air pollution, Addison-wesley publishing company. 246-365, 1973.
16. Tso, T.C. Physiology and biochemistry of tobacco plant. Dowden, Hutchinson and Ross, Inc. : 140-342, 1972.