

원적외선 건조방법이 황색종 잎담배의 물리화학적 특성에 미치는 영향

복진영* · 이철환¹ · 백순옥² · 김상범 · 이종철

한국인삼연초연구원 원료연구부, 음성시험장¹, 분석검사부²
(2001년 5월 20일 접수)

Effect of Far Infrared Curing on Physicochemical Characteristics of Flue-cured Tobacco

J. Y. Bock, C. H. Lee¹, S. O. Baik², S. B. Kim and J. C. Lee

Korea Ginseng and Tobacco Research Institute, Division of Leaf Technology

¹ Umseong Experiment Station, ² Division of Analysis & Inspection

(Received May 20, 2001)

ABSTRACT : This study was conducted to investigate the effect of tobacco curing by far infrared light on the quality of flue-cured tobacco leaves. Physicochemical characteristics such as alkaloid, total sugar, total nitrogen, starch, total phenolic compounds, browning degrees, and color differences, in cured tobacco leaves were compared between hot air and far infrared curing methods. There was no significant difference in sugar/nicotine ratio and nitrogen number between the curing methods, while the contents of ether extract and filling capacity were increase by far infrared curing. Therefore, it was expected that far infrared curing might be effective for high aroma and physical properties of the cured tobacco leaves.

Key words : hot air curing, far infrared curing, starch, phenolic compounds, browning degree

담배 건조는 일반 농산물의 단순한 탈수 건조와는 달리 색상, 내용성분, 물리성 등을 바람직한 방향으로 변화시켜 smoking quality를 개선하는데 있다.

황색종 잎담배 건조방법은 1856년 철관을 통한 화력건조법이 확립된 후 점차 기술이 발전되어 현재는 Johnson등에 의하여 개발된 자연대류를 응용한 열풍건조기로 대체되었다. 우리나라에서는 1979년

부터 열풍순환 벌크건조기가 보급되어 건조실패의 해소, 건조작업의 생력화로 생산성이 크게 향상되었으나 건조설비와 연료비가 많이 소요되는 단점과 재래식 건조법에 비하여 물리성, 향각미 등의 품질이 저하되는 것으로 분석되고 있다(Enzell 등, 1980; 西中良照, 1983).

황색종 건조에서 조직내의 생화학적 변화는 황변기와 선택고정기 전기에 주로 일어나며 이들

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

*Corresponding author : Korea Ginseng and Tobacco Research Institute, 302 Shinseong -Dong, Yusong-Ku, Taejon 305-345, Korea

의 변화는 건조기내의 온도, 상대습도, 송풍량에 따라 많은 영향을 받는다. 건조과정 중 중요한 화학 변화는 chlorophyll의 분해와 carotenoid 색소의 출현, 전분과 단백질의 분해에 의한 유리당과 유리아미노산의 생성, 유리아미노산과 유리당의 반응으로 amadori 화합물의 생성 등이며, 이와 같은 화학 변화로부터 황색종 담배의 특징적인 향각미에 관여하는 화합물이 생성된다. 황색종 잎담배의 건조에 관한 연구로는 건조기내의 온습도, 송풍량에 따른 품질변화(Kato, 1985; 석영선, 1988; Tomita, 1968)와 색소물질, 탄수화물과 유기산, 질소 화합물, 지질성분, phenol 화합물 및 nitrosamine(Long and Weybrew, 1981; Spencer and Weston, 1966; Amin et al., 1980; Djordjevic et al., 1989) 등의 화학성분에 관한 다수의 보고가 있다.

한편, 원적외선은 파장이 가시광선과 마이크로파 중간에 위치한 적외선 (0.78 - 1000 μ m)중 5.6-100 μ m 범위에 속하는 파장이 긴 전자파이다. 원적외선은 물체 표면에 흡수되어 물체를 이루는 유기체와 공명현상을 일으켜 물체내에서 열에너지로 전환되는 특성(한충수, 1995)을 이용하여 화학공업, 섬유공업, 식품공업 및 의료분야 등 다방면에 걸친 응용이 이루어지고 있다. 최근 농산물건조에 있어서 원적외선을 이용한 연구로는 참나물(이명기 등, 2000), 와사비와 산마늘(伊藤和彦, 1997), 당

근, 시금치(한충수, 1995)에 관한 보고가 있으나 담배에 관한 연구는 거의 없는 실정이다.

따라서 본 연구는 현행 열풍순환 벌크건조 방법의 단점으로 지적되고 있는 향각미와 물리성을 개선할 목적으로 황색종 KF 114를 열풍순환 벌크건조 방법과 원적외선 건조방법을 이용하여 건조한 잎담배의 물리 화학적 특성을 비교 검토하였다.

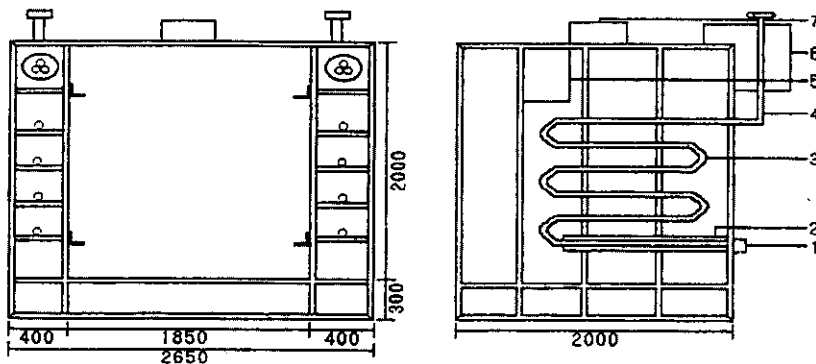
재료 및 방법

시험재료 및 시료채취

황색종 KF 114를 한국인삼연초연구원 음성시험장 포지에서 황색종 표준재배법에 준하여 재배하였다. 분석용 시료는 중엽 (5-8 위엽)과 본엽 (9-13위엽)을 수확한 후 이등분하여 각각 열풍순환 벌크건조와 원적외선 건조한 후 20mesh이하로 분쇄하여 시료로 사용하였다.

건 조

열풍건조는 벌크건조기 내에서 기존 벌크건조 프로그램에 따라 건조하였으며, 원적외선 건조는 그림 1의 모형과 같이 벽면에 원적외선 방사관을 부착한 건조기내에서 열풍건조와 동일한 조건으로 건조하였으나 송풍량은 80 m^3/min 으로 하였다. 한편, 한국건자재 시험연구원 원적외선 응용평가센터(KICM)에 의뢰하여 60 $^{\circ}C$ 에서 조사한 원적외선 방



1:Burnner, 2: Burning pipe, 3: Radiation pipe, 4: Chimney
5: Circulation fan, 6: Exhaust duct, 7: Blow fan

Fig.1. Schematic diagram of far infrared curing chamber

Table 1. Far infrared radiation energy and emissivity of radiator at 60°C

Temp. (°C)	Emissivity(%)			Radiation energy(W/m ²)		
	2.5~30 μ m	5~20 μ m	4~15 μ m	2.5~30 μ m	5~20 μ m	4~15 μ m
60	96.8	93.4	91.6	6.09×10 ²	4.96×10 ²	4.12×10 ²

사체의 파장대별 방사율 및 단위면적당 방사에너지는 표 1에 나타내었다.

결과 및 고찰

일반성분 및 물리성 측정

건조 잎담배중 알칼로이드, 전당 및 전질소는 담배성분 분석법에 따라 자동분석법, 에텔 추출물은 Soxhlet 추출법, 조회분은 550°C 직접회화법으로 분석하였고, 수용성 질소와 albumin테 질소는 Gain (1975)의 방법에 따라 분석하였다.

전분은 Sensabaugh 등(1972)의 방법에 따라 분석하였으며, 총 페놀 함량은 Folin-Denis법을 응용한 Andersen 등(1968)의 방법에 따라 분석하였다. 갈변도는 시료 1g에 증류수 25ml를 가하여 교반한 다음 원심분리 (3000rpm, 20min)하여 얻은 용액을 420nm에서 측정하여 optical density(O.D)로 나타내었다.

색도의 측정은 색차계(Color difference meter, Minolta Co., model CR-200, Japan)를 이용하여 측정하였으며, 부풀성은 건조엽을 0.9mm로 절각한 후 20°C, 60%RH 조건에서 72시간 조화시킨 다음 5-10g을 densimeter (DD-60A, Heine Borgwaldt)에 넣고 압축하여 시료통속의 높이에 의하여 측정하였다.

일반성분

건조방법에 따른 일반성분 함량은 표2 와 같다.

원적외선 건조는 열풍순환건조에 비하여 알칼로이드의 경우 중, 본엽에서 각각 1.62%, 2.92%, 전질소는 본엽에서 2.14%로 나타나 약간 증가하는 경향이었는데, Johnson(1966)의 보고에 의하면 건조온도가 높았을 때 nicotine과 non nicotine 및 질소 함량이 증가하였다는 유사한 결과로부터 공명흡수 현상으로 피사체의 표면뿐만 아니라 내부까지 열을 전달하는 원적외선의 특성때문인 것으로 추측된다(한충수, 1995). 당화합물은 원적외선 건조때 중엽과 본엽에서 각각 4.8%, 6.4% 감소하였는데 이 결과는 원적외선 건조방법이 Maillard 반응조건에 적합하여 당화합물이 기여했을 것으로 사료되나 좀더 구체적인 연구가 필요하다.

에텔추출물 함량은 중,본엽에서 각각 8.1%, 6.5% 증가하였는데 이것은 원적외선 건조시 송풍량을 현행 열풍건조보다 낮게 설정하여 휘발성 화합물의 휘발이 감소된 것으로 생각되며 담배 향각미 개선에 기여할 것으로 기대된다.

Table 2. Chemical composition of cured tobacco leaf by hot air and far infrared curing.

Curing method	Stalk position	Total alkaloid(%)	Total sugar(%)	Total nitrogen(%)	Ash (%)	Ether extracts(%)	Sug./Nic.	Nitrogen number
Hot air	Cutters	1.53	29.59	1.44	11.3	6.92	19.3	0.94
	Leaf	2.53	24.81	1.98	8.5	8.00	9.8	0.78
Far infrared	Cutters	1.62	28.17	1.44	12.0	7.48	17.4	0.88
	Leaf	2.92	23.22	2.14	9.0	8.52	8.0	0.73

한편, 품질지수로 이용되고 있는 당/니코틴 비는 원적외선 건조 결과 약간 감소하는 경향이였으나, 질소수는 두 방법간에 큰 차이가 나타나지 않았다.

형태별 질소 화합물

건조방법에 따른 형태별 질소 화합물 함량은 표 3과 같다.

Table 3. Nitrogenous compounds composition of cured tobacco leaf by hot air and far infrared curing.

Curing method	Stalk position	Water soluble-N (%)	Albumin -N (%)	Protein -N (%)
Hot air	Cutters	0.90	0.14	0.68
	Leaf	1.28	0.18	0.88
Far infrared	Cutters	0.91	0.15	0.68
	Leaf	1.53	0.20	0.81

원적외선 건조에 의하여 수용성질소는 약간 증가하였으며 전질소 대비 62.5%-71.5%였다. 효소 단백질인 albumin 도 역시 원적외선 건조때 약간 증가하는 경향이였다. 단백질 질소는 원적외선 건조 때 본엽에서 약 7.9% 감소하였으며 전질소 대비 37.9%-47.2%였다.

이와 같은 결과로부터 수용성 질소의 증가는 원적외선 건조에 의하여 담배 구성 단백질의 분해가 더욱 진행되어 아미노산 또는 암모니아 같은 가용성 화합물이 증가된 것으로 생각되며, 단백질의 감소는 열에 의하여 단백질이 Maillard 반응의 중간 생성물로 변하여 단백질 함량이 감소되는 것으로 추정된다 (Koehler 등, 1970). 한편, Gain 등(1975)의 보고에 의하면 단백질은 담배연기의 유쾌하지 못한 맛과 점막자극의 원인물질로써 담배 품질에 부의 영향을 준다고 하며 황색종 잎담배의 건조과정 중 수용성 질소는 생엽에 비하여 약 3배 증가하고 전질소 대비 62.0%, 단백질 질소는 약 2배 감소하여 전질소 대비 43.4%라고 하여 본 실험결과와 유사한 경향이였다.

전분 함량

열풍건조와 원적외선 건조에 의한 전분 함량은 표 4와 같다.

Table 4. Content of starch and total phenolics in cured tobacco leaf by hot air and far infrared curing.

Curing method	Stalk position	Starch (%)	Total phenols(%)
Hot air	Cutters	0.80	3.89
	Leaf	1.37	3.64
Far infrared	Cutters	0.67	4.54
	Leaf	1.05	4.08

원적외선 건조는 열풍건조에 비해 전분함량이 상당량 감소하였다. 담배 연기의 향각미에 좋지 않은 영향을 주는 전분은 α -amylase 작용에 의하여 dextrin 과 maltose를 생산한 후 더욱 가수분해되어 glucose 와 전화당을 생성하는데 전분이 감소하는 것은 원적외선 건조조건이 전분 분해효소인 α -amylase의 활성이 증가하는 것으로 추정된다.

한편, 열풍건조와 원적외선으로 건조한 잎담배의 총페놀 함량은 원적외선 건조때 중, 본엽에서 각각 16.8%, 12.1% 증가하였다. 잎담배의 건조과정중 phenol화합물 변화는 일반적으로 chlorogenic acid가 증가되는 것으로 보고(Gopalmand and Gopalachari, 1979; Walker and Lee, 1968; Weston, 1968)된바 있고, 지(1999)등이 보고 한 복령의 phenol함량은 원적외선 건조시료보다 열풍건조구에서 더 높은 함량을 나타내어 본 실험과 상반되는 결과를 나타냈는데 이와 같은 결과는 원적외선 처리방법, 시료의 화학적 특성등이 다르기 때문이라 판단된다.

갈변도

건조방법에 따른 갈변정도를 측정한 결과는 표 5와 같다.

원적외선 건조에 의하여 갈변도가 약간 증가하

Table 5. The browning degree of cured tobacco leaf by hot air and far infrared curing.

Curing method	Stalk position	Browning degree(O.D.)
Hot air	Cutters	0.65
	Leaf	0.65
Far infrared	Cutters	0.68
	Leaf	0.69

는 경향을 보였는데 일반적으로 갈색화 반응은 Maillard 반응 또는 Caramelization 반응과 같은 비효소적 갈변반응과 polyphenol의 산화반응과 같은 효소적 갈변 반응으로 분류되는데 원적외선 건조에 의하여 갈변도가 증가한것은 이들의 반응이 더욱 진행되었을 것으로 추측된다.

한편, 지(1999) 등에 의하면 생약제인 복령을 열풍건조와 원적외선으로 건조한 후 갈변도를 측정 한 결과 전체적인 경향은 건조온도를 높일수록 점차 증가되는 양상이었고 열풍건조보다 원적외선 건조시 흡광도가 더 높게 나타났다는 보고와 일치하였다.

색 도

일반적으로 색상은 외관상의 품질을 판정하는데 중요한 요인중의 하나이다. 열풍 및 원적외선을 이용하여 건조한 잎담배의 색도를 측정 한 결과는 표 6과 같다.

담배의 색상은 원적외선 건조시 붉은 색도를 나

Table 6. Color value of cured tobacco leaf by hot air and far infrared curing.

Curing method	Stalk position	L	a	b
Hot air	Cutters	64.9	3.7	30.4
	Leaf	61.8	3.7	29.7
Far infrared	Cutters	66.4	3.4	30.4
	Leaf	64.8	3.3	30.1

타내는 a(redness)값은 약간 감소하였고, 밝기를 나타내는 L(rightness)값은 증가하였다. 이와같은 결과는 석(1988)이 황색종 잎담배를 열풍건조할 때 탈수를 촉진 할 경우 L값과 b값이 증가하고 a 값은 감소하였다는 보고와 유사한 것으로서 원적외선 건조가 열풍건조에 비하여 탈수가 빨리 진행 된 것으로 판단되며, 지(1999)등이 보고 한 생약제인 복령을 원적외선 건조할 때 열풍건조보다 L값이 증가하였다는 보고와 일치하였다.

부풀성

건조방법에 따른 부풀성을 측정한 결과는 표 7 과 같다.

Table 7. Filling capacity of cured tobacco leaf by hot air and far infrared curing.

Curing method	Stalk position	Filling capacity(cc/g)
Hot air	Cutters	4.64
	Leaf	4.39
Far infrared	Cutters	4.87
	Leaf	4.75

담배의 연소성에 영향을 주는 부풀성은 원적외선 건조결과 중본엽에서 증가하였다.

이와 같은 결과는 공명흡수 현상으로 피사체의 표면뿐만 아니라 내부까지 열을 전달하는 원적외선 특성(한충수, 1995)에 의하여 잎담배 조직을 구성 하고 있는 섬유소나 세포내 여러성분들의 열변성 또는 책상조직과 해면조직 같은 일조직이 영향을 받았을 것으로 추정된다.

결 론

황색종 잎담배의 품질을 개선할 목적으로 현행 열풍건조방법과 원적외선 건조방법으로 건조한 잎담배의 물리화학적 특성을 비교하였다.

황색종 KF114의 적숙엽을 중엽 (5-8위엽)과 본엽 (9-13위엽)을 수확, 각각 열풍순환 벌크건조와

원적외선을 이용하여 건조하였다.

원적외선을 이용하여 건조한 잎담배는 열풍순환 건조에 비하여 중, 본엽의 전알카로이드, 에텔추출물 및 전질소 함량이 높았으며, 전당, 전분 및 단백질은 낮은 경향이였다. 또한 색상을 나타내는 색도는 원적외선 건조에 의하여 밝기를 나타내는 L값이 증가하는 반면 적색도를 나타내는 a값은 감소하는 경향이였고, 연소성에 영향을 주는 부풀성은 증가하였다.

이상의 결과로 볼 때 품질지수로 사용되는 당/니코틴 비와 질소수는 두 방법간에 큰 차이가 없었으나 에텔 추출물함량과 부풀성이 증가되는 것으로 미루어 잎담배 건조에 원적외선을 이용하므로서 향각미와 물리성이 어느정도 개선될것으로 판단된다.

참 고 문 헌

김찬호 등 (1991) 담배성분 분석법. 한국인삼연초 연구소.

석영선 (1988) 열풍건조 조건에 따른 황색종 엽연초의 이화학성 변화. 충북대학교 대학원 박사학위 논문.

이영기, 김상현, 함승시, 이상영, 정차권, 강일준, 오덕환 (2000) 원적외선 건조와 원적외선-진공건조를 이용한 참나물의 품질변화특성. 한국식품영양과학회지, 2(4): 561-567

지재형, 이현동, 정신교, 최종욱 (1999) 건조방법에 따른 색도 및 화학성분의 변화. 한국식품과학회지. 31(3): 575-580

한충수 (1995) 적외선의 가열 특성과 건조효과. '95겨성 IBC 원적외선 심포지움. pp15-37

Andersen, R. A. and J. R. Todd(1968) Estimation of total tobacco plant phenols by their bonding to polyvinylpyrrolidone. *Tob. Sci.* 12: 107-111

Amin, A. N., R. C. Long and W. W. Weeks (1980) Transformation of chemical constituents during flue-curing of *Nicotina tabacum* L. *J. Agric. Food Chem.* 28: 656-660

Djordjevic, M. V., S. L. Gay, L. P. Bush, and

J. F. Chaplin (1989) Tobacco-specific nitrosamine accumulation and distribution in flue-cured tobacco alkaloid isolines. *J. Agric. Food Chem.* 37: 752-756

Dymieky, M., O. T. Chortyk, and R. L. Stedman (1967) Composition studies on tobacco. xxxi. Polyphenol-amino acid leaf pigment : Further structural investigation. *Tob. Sci.* 11: 42-44

Engell, C. R and I. Wahlberg (1980) Leaf composition in relation to smoking quality and aroma. *Recent Adv. Tob. Sci.*, 6: 64-122

Gaines, T. P.(1975) Determining protein nitrogen in tobacco. *Tob. Sci.*, 12: 31-34

Gaines, T. P. and D. M. James. (1975) Protein composition and classification of tobacco. *J. Agric. Food Chem.* 23(4): 690-694

Gopalam, A. and N. C. Gopalachari(1979) Biochemical changes in leaf pigment and chemical constituents during flue-curing of tobacco. *Tob. Res.* 5: 117-124

伊藤和彦 (1997) 農産物 乾燥における 遠赤外線の利用とその効果. 제 3회 韓日 遠赤外線 심포지움. pp65-77

Johnson, W. H (1966) Influence of harvesting procedures and curing variables on characteristics of Virginia type tobacco. *Proceeding of the 4th International Tobacco Scientific Congress.* 300-315

Kado, K. (1985) Effect of air flow and air velocity during curing on smoke quality of flue-cured tobacco. *Utsunomiya Tob. Exp. Special. Bull.* 2: 39-51

Koehler, P. E. and G. V. Odell (1970) Factors affecting the formation of pyrazine compound in sugar-amine reactions. *J. Agric. Food Chem.* 18: 895-899

Kaneko, H. (1980) Tobacco leaf components and tobacco flavoring. *Koryo.* 128: 23-33

Long, R. C. and J. A. Weybrew (1981) Major chemical changes during senescence and curing. *Rec. Adv. Tob. Sci.* 7: 40-74

- 西中良照 (1983) 黄色種 Bulk 乾燥後の 循環風量
とたばこの 香喫味. 葉たばこ 研究. 92: 11-17
- Sensabaugh, A. J. and Kenneth L. Rush (1972)
Colorimetric method for the determination of
starch in tobacco. J. of the AOAC. 55(1):
209-213
- Tomita, H. (1968) Studies on the curing of
tobacco leaves. Morioka Exp. Stn. Bull. 3:
149-198
- Walker, E. K. and T. T. Lee (1968) Relationship of
phenolic constituents to maturity, stalk position
and certain physical characteristics of flue-cured
tobacco. Can. J. Plant Sci. 48: 381-391
- Weston, T. J. (1968) Biochemical characteristics of
tobacco leaves during flue-curing. Phytochem.
7: 921-930