

황색종 연초 건조에 있어서 건조조건에 따른 내용성분 변화

II. 중골건조기 승온속도에 따른 영향

석 영 선 · 황 건 중 · 이 은 홍

한국인삼연초연구소 경작시험장

STUDIES ON THE CHEMICAL COMPONENTS BY THE CURING CONDITION OF FLUE-CURED TOBACCO LEAVES

. Effect of Temperature Raising Rate during the Midrib Drying Stage of Flue-curing

Yeong-Seon Seok, Keon-Joong Hwang and Eun-Hong Lee

Agronomy Experiment Station, Korea Ginseng and Tobacco Research Institute

Abstract

This experiment was carries out to study on the effect of temperature raising rate to chemical composition of tobacco leaves during the midrib drying stage of flue-curring. The results were as follows :

In the case of the temperature raising rate became more rapidly during midrib drying stage. It had a tendency to increase in oxalic acid, succinic acid, ammonia, polyphenol; there was a large loss of total sugar, reducing sugar, malic acid, palmitic acid and linolenic acid; leaf color became more reddish; the leaf quality index value decreased, thereby the quality of external appearance deteriorated. It is desirable that the temperature raising rate had to be more slowly.

서 론

황색종 담배잎의 건조에 있어서 중괄건조기는 온도를 높여 중괄의 수분을 탈수건조하는 단계로서 습구온도를 42°C—43°C로 높이고, 건구온도를 70°C까지 상승시키는 것이 잎담배 품질이 제일 좋은 것으로 생각하여 왔다.

승온방법은 초기에 1시간당 1.5~2.0°C, 염육이 상하단 모두 乾固되면 1시간당 3°C씩 승온하는 것을 표준으로 하고 있으나,⁵⁾ 중괄건조기에 온도가 높거나 승온을 빠르게하여 최고온도지속시간이 길면 잎담배 품질 특히, 향kick미가 저하된다고 한다.^{7,8)}

즉 kick미가 나쁜 고온건조열의 발생원인으로 중괄건조기의 최고온도가 높음이 밝혀져 최근에는 67~68°C를 상한온도로 하고 있으며, 加戸¹³⁾는 중괄건조기의 최고온도를 67~70°C에서 60°C로 낮추는 것이 향kick미면에서 제일 좋으나 건조시간이 지연되고 연료소모량이 많아 실제건조에 있어서 문제점이 있으므로 단계식으로 서서히 승온하여 최고온도 지속시간을 10시간 내외로 하는 것이 좋다고 보고 하였다. 그러나 미국에서는 74~75°C까지 승온하고 있으므로 생엽소질에 따라 다소 차가 있다고도 볼 수 있다.

황색종건조에 있어서 50°C시점에서 부터 황색종다운 향미는 생기나 청취가 남아 있으며, 승온도중 60°C에서 청취가 없어지고 향미가 짙어지며 67°C에 도달하면 향미가 거칠어진다고 한다.¹³⁾

중괄건조기에 있어서도 많은 성분이 변화되며,^{3,12)} 최고온도가 높으면 색상이 붉어지고 전당과 환원당 함량이 감소되며 향kick미가 나빠진다고 한다.¹⁷⁾ 즉 중괄건조기의 최고온도 및 승온방법은 잎담배 품질에 미치는 영향이 큰 바 생엽소질에 따라 적합한 조작을 하여야 할 것이다.

본 실험은 중괄건조기에 최고온도 까지 승온속도를 다르게 하였을때 내용성분이 함량변화를 조사하고, 성분면에서 본 건조열의 품질을 비교 검토하고자 실시하였다.

재료 및 방법

건조시료는 한국인삼연초연구소 경작시험장에서 황색종 NC2326을 절충멸칭(4월 20일 이식)으로 재배하여 적숙한 중위엽(적심후 상부로부터 8~10매엽)을 사용하였다. 건조방법은 최고온도를 68°C로 하는 현재의 벌코건조기 표준건조법에 준하여 실험실 소형건조기(상면적 0.4m², 생엽용량 25kg, 풍량5m³/min)에서 선택고정을 완료한 다음 55°C 부터 1시간당 0.5°C, 1.0°C, 2.0°C속도로 68°C까지 승온하여 건조가 종료될때 지속하였다.

분석시료는 건조시작전, 선택고정후, 68°C도달시 및 건조완료시에 채취하여 염육만 사용하였다. 건조전 생엽의 시료는 냉동건조(-50°C, 50mtorr)하고 선택고정후와 68°C도달시의 시료는 채취후 즉시 염육과 중괄을 분리하여 채취시의 상태로 분쇄하여 시료를 건조(Drying)하는 과정에 성분이 변하지 않도록 하였다.

내용성분 분석은 전당, 환원당, 니코틴은 자동분석기(Technicon Auto Analyzer II)를 이용한 자동분석법으로 분석하였으며, 전질소는 Kjeldahl법, 단백태질소는 Trichloro Acetic acid법, Amonia태 질소는 흡광도법, 질산태 질소는 Dimethylphend법, 유기산 및 지방산은 Curt와 Hendel방법,⁵⁾ Polyphenol은 HPLC를 이용하여 분석하였으며 기타방법은 담배성분 분석법¹¹⁾에 준하여 실시하였다.

결과 및 고찰

중괄건조기에 최고온도인 68°C까지의 승온속도에 따른 당과 질소화합물 함량의 변화는 표1과 같다.

당함량은 승온중에 감소하는 것으로 나타났으며 1시간당 0.5°C와 1.0°C승온시에는 별차 없으나 1시간당 2.0°C로 급격히 승온하였을때는 감소율이 컸으며, 특히 환원당의 감소량이 많았다. 그리고 건조완료시에는 승온속도가 빠를수록 감소폭이 컸는데 이는 최고온도인 68°C에서

Table 1. Changes in sugar and nitrogen content to the temperature raising rate.

(% of dry basis)

Curing elapsed	Temp. raising(°C/hr)	Total sugar	Reducing sugar	Total nitrogen	Protein nitrogen	Ammonia nitrogen	Nitrate nitrogen	Amino nitrogen	Nicotine
Start of curing(0)*		8.2	5.0	2.02	0.90	0.017	0.025	0.012	2.30
End of color fixing stage(72)		27.1	20.5	2.01	0.75	0.037	0.031	0.183	2.55
Arrived at 68°C(98)	0.5	26.0	20.0	1.71	0.83	0.033	0.035	0.195	2.82
Arrived at 68°C(85)	1.0	26.0	18.5	1.85	0.71	0.035	0.033	0.194	2.67
Arrived at 68°C(78.5)	2.0	25.5	20.5	1.92	0.88	0.050	0.034	0.185	3.10
Cured leaves (105)	0.5	26.5	18.5	1.64	0.93	0.029	0.033	0.197	2.68
Cured leaves (100)	1.0	25.4	16.5	1.70	0.75	0.025	0.030	0.196	2.47
Cured leaves (97)	2.0	22.4		1.83	0.87	0.029	0.031	0.192	2.87

* (): Hours after start of curing.

지속시간과 비례하는 것으로 나타났다.

건조중에는 당함량의 변화가 제일 많고 이에 대하여서는 많이 연구되어 있으며^{2,6,12,14,20} 중괄 건조기에 대소 감소하는 것으로 보고되어 있다.^{3,9,12,19} 그리고 급격히 승온하여 최고온도 지속 시간이 길수록 당함량의 감소량이 많은 것은 佐伯¹⁷ 등이 중괄건조기의 온도가 높은 수록 당함량이 많이 감소되고 향미가 열여지며 자극이 증가한다는 보고와 같은 경향이라 생각된다. 伊勝¹⁰ 등은 중괄건조기에 고온으로 건조하면 당함량이 감소되고 향미가 저하되며 자극이 증가된다고 보고 하였다. 질소화합물은 중괄건조기중에 전질소와 NH₄-N는 감소하고 Amino-N, Protein-N, Nicotine은 다소 증가는 경향이였다. 승온속도에 따른 형태별 질소함량변화를 보면 전질소는 승온속도가 빠를수록 감소율이 적어 1시간당 2°C씩 승온하였을때 함량이 제일 높았는데 이는 온도가 높을수록 전질소 함량이 높았다는 佐伯¹⁷ 등의 보고와 같은 경향이며, Protein-N는 서서히 승온할수록 증가량이 많게 나타났으며 승온속도 보다는 최고온도의 지속시간과 관계되는 것으로 생각된다. 선택고정후 보다

중괄건조기에 Protein-N가 다소 증가하는 것은 源⁹과 Amin¹ 등의 보고와 같은 결과이며 Amin 등은 Protein-N의 증가 원인을 확실히 설명하기는 어려우나 불용성 고분자 단백질의 분해로 가용성 저분자화합물이 증가 하기 때문이라고 추정하고 있다.

NH₄-N는 68°C 도달시에는 승온속도가 빠를수록 감소율이 적었으나 건조완료시에는 처리간에 차가 없었으며, Amino-N는 중괄건조기에 다소 증가하는 것으로 나타났고 처리간에는 차가 없었으며, 중괄건조기에 Amino-N가 다소증가하는 것은 Amin¹ 등의 결과와는 일치하나, 富田¹⁹는 중괄건조기에 감소한다고 보고하였다. Amin¹ 등은 중괄건조기에 Amino-N의 증가원인을 중괄건조기에 환원당은 감소하나 전체 가용성당은 높아졌기 때문에 Amino acid는 호흡기질로 이용되지 않으며, 중괄로의 이동도 없기 때문이라고 해석하고 있다.

유기산 함량의 변화는 표2에서 보는 바와 같이 유기산 전체 함량은 승온중에 증가하는 것으로 나타났고, 68°C 도달시에는 별차 없으나 건조중료시에는 승온속도가 빠른 처리일수록 높은 함

Table 2. Changes in organic acid content to the temperature raising rate.

(mg 1g of dry basis)

Curing elapsed	Temp. raising(°C/hr)	Oxalic acid	Fumalic+ Malonic acid	Succinic acid	Malic acid	Citric acid	Total organic acid
Start of curing		1.36	-	0.27	0.45	2.20	4.28
End of color fixing stage		1.40	-	0.90	2.82	0.83	5.95
Arrived at 68°C	0.5	2.28	0.99	1.62	2.75	0.39	8.06
Arrived at 68°C	1.0	2.57	1.08	1.35	2.46	0.57	8.00
Arrived at 68°C	2.0	2.49	1.25	1.37	2.52	1.02	8.64
Cured leaves	0.5	1.59	0.90	1.51	2.87	0.59	7.46
Cured leaves	1.0	2.53	1.02	1.75	2.69	0.68	8.67
Cured leaves	2.0	3.44	1.27	2.07	2.29	1.35	10.42

Table 3. Changes in fatty acid content to the temperature raising rate.

(mg/g of dry basis)

Curing elapsed	Temp. raising(°C/hr)	Palmitic acid	Stearic acid	Oleic acid	Linoleic acid	Linolenic acid	Total fatty acid
Start of curing		3.21	1.44	1.44	2.05	13.93	22.07
End of color fixing stage		2.47	1.12	2.10	1.98	8.82	16.49
Arrived at 68°C	0.5	2.61	0.82	1.87	2.00	9.52	16.82
Arrived at 68°C	1.0	2.33	0.83	1.85	1.87	8.21	15.09
Arrived at 68°C	2.0	2.27	1.30	1.85	1.84	7.92	15.18
Cured leaves	0.5	2.52	0.98	2.08	2.04	8.87	16.49
Cured leaves	1.0	2.50	1.11	1.93	2.05	8.68	16.27
Cured mleaves	2.0	2.41	2.00	2.21	2.01	8.27	16.90

량을 나타냈다. 승온과정중에 Oxalic acid와 Succinic acid는 증가하고, Malic acid는 감소하는 경향이었으며, 승온속도에 따라서는 승온속도가 빠를수록 Oxalic acid, Succinic acid, Citric acid의 함량이 높고 Malic acid함량이 낮은 경향이였다. Bacon³⁾등에 의하면 황색종에 있어서 건조중에 Oxalic acid는 약 0.1%감소되고

Citric acid는 변화되지 않는다고 하였다. Oxalic acid와 Citric acid는 승온속도에 따라 거의 2배정도 함량차를 보이고 있는데 이는 온도 상승에 따라 당의 분해 산물인 Pyruvic acid가 Pyruvic dehydrogenase에 의하여 Citric acid나 Oxalic acid로 변화되기 때문으로 생각되면 Krebs cycle에 의한 유기산 자체의 변환은 아닌

것으로 추정된다. 이러한 추정은 온도를 급격히 상승시킨 잎담배에서 당함량의 감소와 관련이 있는 것으로 생각된다.

잎담배의 지방산중 건조에서는 Palmitic acid, 생엽에서는 Linolenic acid가 많으며, 각종류의 후숙된 잎담배중에서 Linolenic acid의 함량이 가장 높은것은 황색종이다.^{4,21)} 중골건조기간동안에 지방산함량의 변화는 표3에서 보는 바와같이 전체 지방산 함량이 수확엽에 비하여서 37% 정도 감소되었는데 이는 Linolenic acid가 많이 감소된것에 기인된 것으로 생각되며, 승온중에는 변화가 없었다. 그러나 지방산중 Palmitic acid와 Linolenic acid는 승온을 빨리 할수록 함량의 감소율이 적고, Stearic acid는 증가하는 경향을 보이고 있어 승온정도에 따라 지방산도 영향을 받는 것으로 생각된다. 수확엽에 비하여 건조중에 Oleic acid는 증가하고 타 종류는 감소하였으며 Palmitic acid, Linolenic acid와 Stearic acid는 건조 종료시의 함량과 68°C 도달시의 함량이 비례하였는데, 이것은 승온속도에 따른 영향이라고 생각된다.

잎담배중의 Polyphenol은 Rutin과 Chlorogenic acid가 가장 많이 함유되어 있으며¹⁶⁾ Phenol 물질은 엽색, 품질 및 연기의 형성에 중요한

역할을 하며,¹⁶⁾ Chlorogenic acid는 건조중에 30~500%증가하고 잎담배 품질과 밀접한 관계가 있다고 한다.²²⁾ 중골건조기의 승온속도에 따른 Polyphenol 함량의 변화는 표4에서 보는바와 같다.

승온과정에는 별차가 없었으나 건조종료엽에서는 승온속도에 따라 함량의 차이가 많았다. 즉 1시간당 0.5°C로 서서히 승온한 처리 보다 1시간당 2.0°C씩 승온시킨 건조엽의 함량이 2% 정도 높았는데 이는 고온에서 지속시간이 길었기 때문으로 생각되며 Polyphenol중 Chlorogenic acid의 함량차는 많았으나 Rutin은 함량변화가 없었다.

승온속도에 따른 엽색변화를 색차계(Nippon Denshoku Kogyo, Cp 6-303D)로 측정하여 C.I.E. 색표로 표시한것은 표5에서 보는 바와같이 표면은 승온을 서서히 하였을때 68°C까지는 순도가 높아지고 그후는 변화가 거의 없으나, 승온속도를 빠르게 하였을 경우는 승온을 서서히 하였을때 보다 순도가 떨어지고 색파장의 변화가 컸다. 이면(裏面)은 승온을 서서히 하였을 때 순도가 높아졌으나 승온속도를 빨리 하였을 때는 순도가 떨어져 표리간의 색상차가 크게 나타났으며, 승온속도를 빨리한 건조엽은 붉은색

Table 4. Changes in polyphenol content to the temperature raising rate.

(% of dry basis)

Curing elapsed	Temp. raising(°C/hr)	Total chlorogenic acid	Rutin	Total polyphenol
Start of curing		3.45	0.80	4.25
End of color fixing stage		3.68	0.88	4.56
Arrived at 68°C	0.5	3.76	0.94	4.70
Arrived at 68°C	1.0	3.39	1.00	4.93
Arrived at 68°C	2.0	3.90	1.00	4.90
Cured leaves	0.5	3.15	0.68	3.83
Cured leaves	1.0	4.03	0.90	4.98
Cured leaves	2.0	5.23	0.98	6.21

Table 5. Changes in cured leaf color to the temperature raising rate.

Curing elapsed	Temp. raising(°C/hr)	Upper epidermis			Lower epidermis		
		Weave-length(A°C)	Lightness (%)	Purity	Weave-length(A°C)	Lightness (%)	Purity
End of color fixing stage		579.5	27.7	65	578.2	36.1	52
Arrived at 68°C	0.5	580.5	27.6	68	577.5	38.4	55
Arrived at 68°C	1.0	580.5	29.8	63	576.5	37.3	49
Arrived at 68°C	2.0	579.5	33.1	65	576.5	40.1	49
Cured leaves	0.5	580.5	29.3	68	578.5	39.5	62
Cured leaves	1.0	579.5	26.0	65	577.0	35.7	55
Cured leaves	2.0	577.0	30.8	66	575.5	40.0	57

Table 6. Quality index with the temperature raising rate

	0.5°C/hr	1.0°C/hr	2.0°C/hr
Desirable factor(A)			
Nitrate	0.033	0.030	0.031
Sugar	26.5	25.4	22.4
Oxalic acid	0.159	0.253	0.344
Polyphenol	4.43	4.98	6.21
Total(A)	31.122	30.663	28.985
Undesirable factor(B)			
Amino nitrogen	0.197	0.196	0.192
Total nitrogen	1.64	1.70	1.83
Citric acid	0.059	0.068	0.135
Fatty acid	1.649	1.627	1.680
Ammonia nitroben	0.029	0.025	0.029
Total(B)	3.574	3.616	3.876
(A)/(B)	8.71	8.47	7.48
Nitrogen numger ^a	0.61	0.69	0.64
Phillip index ^b	9.40	5.76	3.44
Sugar/Nicotine	7.65	7.49	5.75
Taste ^c	0.32	0.32	0.25

* a: Total nitrogen/Nicotine

b: Reducing sugar/Oxalic acid+Citric acid

c: 1/Total nitrogen+Protein+Citric acid

으로 변함을 관찰 할수 있었다.

건조엽의 품질을 Nitrogen Number, Phillip계수, 당과 Nicotine의 비, 맛의 계수 및 양화인자와 악화인자의 비로 비교한 것은 표6에서 보는 바와 같다.

질소계수는 숫자가 적을수록 품질이 양호한 것으로 알려져 있으며, 1시간당 0.5°C로 서서히 승온시켰을때 품질이 가장 양호한 것으로 나타났다. 유기산과 환원당의 비로 잎담배 품질을 계수화한 Phillip 계수는 숫자가 높을수록 품질이 양호한 것으로 보고 되어 있는데 이계수로 볼때에도 1시간당 0.5°C로 서서히 승온하였을때 가장 양호하고 승온속도가 빠른 처리 일수록 품질이 떨어졌으며, 당과 Nicotine의 비 및 맛계수에서도 같은 결과였다.

양화인자와 악화인자인 비에서도 0.5C/hr 8.71, 1.0°C/hr 8.47, 2.0°C/hr의 경우 7.48로 승온속도가 빠를수록 품질이 떨어졌으며 특히 1시간당 2.0°C로 급격히 승온하였을때는 품질이 많이 떨어졌음을 알 수 있었다.

이상의 계수식에 의한 품질비교면에서 볼때 중괄건조기에 승온을 빨리하여 최고온도의 지속시간을 길게 하면 품질이 크게 떨어지므로 1시간당 0.5~1.0°C정도로 승온하는 것이 바람직하며 급격한 승온은 지양하여야 할 것으로 생각된다.

결 론

황색종건조시 중괄건조기의 승온속도와 내용성분 변화와의 관계를 요약하면 다음과 같다.

1. 전당과 환원당은 승온속도가 빠를수록 함량이 감소하였으며, 0.5°C/hr과 1.0°C/hr에서는 큰차가 없으나 2.0°C/hr에서는 많이 감소하였다.

2. 질소화합물중 전질소와 암모니아태질소는 중괄건조기에 감소하고, 아미노태질소와 단백태질소는 다소 증가하는 경향이며, 승온을 빨리할수록 전질소함량이 높았다.

3. 전유기산은 승온을 빨리 할수록 증가하였

고, 유기산중 Oxalic acid와 Succinic acid는 증가하고 Malic acid는 감소하는 경향이였다.

4. 전지방산은 승온속도에 따라 차이가 없으나 승온을 빨리 할수록 Palmitic acid와 Linolenic acid는 감소하고 Stéaric acid는 증가하는 경향이였다.

5. Polyphenol은 승온과정중에 처리간에 차가 없었으나 건조종료시에서는 급격히 승온하여 최고온도 지속시간이 길수록 함량이 높았다.

6. 질소계수, Phillip계수, 당과 Nicotine비등 품질계수에 의한 품질은 승온속도가 빠를수록 떨어졌다.

참 고 문 헌

1. Amin, A.N., R.C.Long, and W.W.Weekes, J. Agric. Food Chem. 28:656-660(1980).
2. Burde, D., F.A. Crayton, and A. Bavley, Tob. Sci. 8:70-73(1964).
3. Bacon, C.W., Raymond wenger and James F. Bullock; Ind. Eng. Chem. 44:294-195(1980).
4. Chu, H. and T.C. Tso, Plant physiol. 43:428-433(1968).
5. Court, W.A. and John G. Hendel, J. of chromatographic Sci. 8:314:317(1978).
6. Frankenburg, W.G., Arch. Biochem. 14:157-158(1947).
7. 原口勝己, 高尾義輝, 葉 研究, 77 : 24 ~30(1978).
8. 原口勝己, 高尾義輝, 葉 研究, 86 : 21 ~24(1981).
9. 原油一, 福澄哲夫, 作宏彦, 山田貞宜, 高本忠正, 鳥逸郎, 岡山試報, 32 : 63~68 (1973).
10. 伊藤健二, 鳥逸郎, 山本弘九, 鹿兒島試報, 74~80(1969).
11. 韓國人蔘煙草研究所, 담배成分 分析法 (1979).
12. 垣江電雄, 岡山試報, 37 : 66~72(1976).

13. 可戶清活, 葉 研究, 92 : 18~23 (1983).
14. Koiwai, A., F. Mushiake, and K. Ozeki, *Agr. Biol. Chem.* 37 : 381(1973).
15. 村岡洋三, 葉 乾燥法, 農産漁村 文化協會, 154(1970).
16. Roberts, E.A. and D.J. Wood, *Arch. Biochem. Biophys.* 33 : 299(1951).
17. 佐港煩忠已, 和泉壽, 木村敏雄, 加賀隆志, 盛岡試報, 39 : 7~16(1978).
18. Schmuk, A. and V. Semenova, *USSR State Inst. Tob. Invest. Bull.* 30(1927).
19. 富田英夫, 盛岡試報, 3 : 149~198(1968).
20. Tso, T.C., *Physiology and Biochemistry of Tobacco Plants*, Dowden, Hutchinson and Ross, Inc. Pa. 171-172, 273(1972).
21. Tso, T.C. and H. Chu, *Agron. J.* 62 : 512-514(1970).
22. Waker, E.K. and T.T. Lee, *Can. J. Plant Sci.* 48 : 381-391(1968).