

당과 산류가 담배의 품질에 미치는 영향

이 태 호 · 조 시 형

한국인삼연초연구소

The effects sugars and organic acids on quality of tobacco

T. H., Lee S. H., Jo

Korea Ginseng and Tobacco Research Institute
(Daejeon Korea)

(Received for publication, April 5, 1984)

ABSTRACT

Six kinds of sugars (Maltose, Sucrose, Glucose, Fructose, Mannose and Lactose) and four kinds of organic acids (Malic, Tartaric, Lactic and Citric) were added by 2-10% for the former and 0.2-1.8% for the later in quantitatively to the inferior quality of Flue-cured leaf tobaccos, and treated at 135°C for 10 minutes to examine the effect on deliveries of tar and nicotine in smoke, variation of smoke pH and smoking taste.

The results obtained are as follows.

Tar and nicotine deliveries in smoke of tobacco show a great reduction with 5-6% addition of sugars. Reduction of nicotine delivery was to be 19% with addition of Glucose. Tar in smoke was, however, increased by 5-8% with 4% addition of Sucrose or Lactose. On the other hand, 4% addition of Glucose and Fructose gave 16% reduction of tar delivery, but the reduction rate became to be small with increase of adding quantity. The smoking taste by the addition of Glucose and Fructose tobacco was found to be milder than by the other sugars.

Tar and nicotine deliveries show a decreasing trend with the addition of organic acid, and Tartaric acid, among the organic acids described above, had greater effect than the other acids. 1% addition of Tartaric acid gave 10-11% reduction in tar and nicotine delivery, and a fall of smoke pH, from 6.40 to 6.05, was found. Smoking taste by the addition of Lactic and Tartaric acid had milder than the others. And heat treatment for 10 minutes at 135°C gave also better on smoking taste.

The addition of mixture of sugars and organic acids, (Glucose 4%+Lactic acid 0.8% + Tartaric acid 0.2%) and then the successive heat treatment for 10 minutes at 135°C improved greatly the quality of Fluecured leaf tobacco, and nicotine were reduced to 16-29%, and pH was changed from 6.46 to 6.14.

The results of this study showed that the addition of the mixture of sugar and organic acids and the successive heat treatment was the most effective processing for improving the quality of the inferior grade of Flue-cured leaf tobacco.

서 론

담배는 기호물의 하나이기 때문에 근래의 기호추세는 맛이 순하고 경쾌하며 Tar와 Nicotine의 함량이 적으며 향기가 있는 제조담배의 선호관념이 있기때문에⁽¹⁾ 잎담배 배합의 주원료라 할 수 있는 황색종 잎담배는 당 함량이 높고 질소화합물의 함량이 적은 것이 환영되고있다. Macleod⁽²⁾는 당류가 자극성의 염기를 중화시키고 향기를 증가시킨다고 보고 한바와 같이 깍여진 당류의 역할이 강조되고 있다.

Kochler⁽³⁾ 등에 의하면 식품도 제조과정중 당류와 아미노산이 반응하여 Prazine, Alkylpyrazine 등의 향기물질을 생성한다고 보고하였다.

황색종 하급잎담배에 속하는 5등은 쓴맛과 신맛이 강하고 향기가 나빠 제조담배 원료로 적당하지 못하고 물리적인 성질은 부풀성(Filling Power)과 연소성이 나쁘고 내용성분은 질소화합물과 섬유소가 많이 함유되어 있고 당류와 수지, 정유성분등은 결핍되어 있기때문에 이런점들을 향상시키기 위한 방법들이 국내외 많은 연구자들에 의하여 연구되어 왔다.

이들 방법중 수침처리⁽⁴⁾를 이용한 수용성물질 추출에 의한 깍미순화와 이화학적 성질향상과 순간열처리⁽⁵⁾에 의한 질소화합물감소, Nicotine 분해세균에 의한 발효⁽⁶⁾로 내용성분변화, 과산화수소(H₂O₂)와 Propylene Oxide(CH₃O)⁽⁷⁾에 의한 산화, 환원처리로 Nicotine감소, Microwave, Organic acid, Sugar⁽⁸⁾ 등의 처리등은 하급잎담배의 결점을 보완하는 대표적인 방법이라 할 수 있으나 이들 방법은 경제적으로 효율성이 적고 담배제조공정에 실용화가 어렵기 때문에 활용되지 못하고 있다. 본 실험에서는 최적 열처리 조건을 설정하고 당류와 산류의 첨가에 의

하여 연기중 화학성분과 물리적 성질의 향상및 관능검사에 미치는 영향에 관하여 규명하고자 수행하였다.

재료 및 방법

1. 시료의 조제

시료로 사용한 잎담배는 충주지방에서 생산된 1980년 산으로 재건조된 황색종 Hicks후엽, 박엽 5등중 비교적 품질이 균일한 잎담배를 선별하여 시료로 사용하였다. 분석용 시료는 엽중 내용성분 분석을 위하여 잎담배를 80℃에서 2~3시간 건조한 뒤 분쇄기(Willy Mill, Model No. 3, U. S. A.)를 사용하여 100~200 Mesh로 분쇄한뒤 분석용 시료로 사용하였고 연기성분은 당류와 산류를 첨가하여 열처리한 잎담배를 Tobacco Cutting Machine(Robileg Ltd, Model No. 5168, England)을 사용하여 각 폭 0.9mm로 절각하고 조화실(Environmental Chamber, Forma, Model 3940, U. S. A.)에서 20℃, 60%RH 조건하에 함수분이 12.5% ± 0.2%로 조화시킨 뒤 Cigarette making machine(Model CS-9, U. S. A.)을 사용하여 둘레 25mm, 길이 70mm의 양절 담배를 제조하여 사용하였다.

2. 내용성분 분석및 물리적 성질측정

Total Alkaloid^(9, 10, 11), Nicotine 및 Total Sugar^(12, 13), Total Nitrogen^(14, 15), Crude Ash⁽¹⁶⁾, Crude Fiber⁽¹⁷⁾, 등은 상용법에 준하여 분석하였고 연기성분은 CORESTA Standard Methods에 의하여 연중Tar과 Nicotine^(18, 19), pH⁽²⁰⁾을 분석하였으며 물리적인 성질은 수분과 중량, 흡인저항등이 균일한 시료를 선별하여 흡인저항은 Pressure drop 측정기(Filtrona, England),

연소성은 연소성 측정기(Filtrona, England)를 각각 사용하여 측정하였다.

3. 관능검사

관능검사용 시료는 위 1항에서 제조된 권련을 수분, 중량, 흡인저항 등이 일정하게 선별하여 연구소 Panel에 의하여 깍미와 향기 등을 평가하였고 평가는 순위법과 채점법을 적용하였으며 순위법의 해석은 순위검정법, 채점법의 해석은 분산분석법으로 하였다.

4. 당류와 산류의 첨가 및 열처리

당류는 Sucrose, Glucose, Maltose, Fructose, Mannose, Lactose의 6종을 담배 총량의 2~10% 까지 첨가하였고 산류는 Malic acid, Tartaric acid, Lactic acid, Citric acid의 4종을 담배 총량의 0.2~1.8% 까지 첨가 하였으며 열처리는 110°C~140°C 까지 5°C 간격으로 10분씩을 Drying Oven에서 처리하였다.

결과 및 고찰

1. 일반 내용성분 조성

원료 잎담배중 Flue Cured(황색종)의 시료 잎담배 분석결과는 Table 1과 같다.

이중 특히 전당의 함량은 Stalk Position (착엽위치)에 따라서 등급간에 큰 차이를 나타내고 있으며 박엽보다 후엽쪽이 다소 높고 1등은 5등에 비하여 3~4배 함유하고 있으며 당류중에는 단당류가 70~80%를 차지하고 있으며 그 조성비는 Table 2와 같다.

Table 2. Carbohydrate composition of Flue-Cured Tobacco Leaves (%).

Carbohydrate	Grades	
	H5	H1
Glucose	2.7	9.3
Fructose	2.2	7.7
Sucrose	1.6	4.0

2. 온도별 열처리가 잎담배 내용성분에 미치는 효과와 깍미변화

황색종 잎담배는 열처리시 온도에 따라 질소 화합물의 휘산율과 화학성분의 변화율이 크고 그 결과는 Table 3과 같다. 처리온도는 110°C 부터 5°C 간격으로 10분씩 처리하였을때 잎담배중 내용성분과 연기중 Tar, Nicotine 등은 120°C까지 1~2%씩 감소하나 120°C 이상에서 급

Table 1. Chemical and smoke compositions of different grades of Flue-cured Tobacco Leaves.

Grades	Total Nitrogen (%)	Total Sugar (%)	Nicotrine (%)	Crude Fiber (%)	Crude Ash (%)	Smoke	
						Tar (mg/cig.)	Nicotine (mg/cig.)
H* 5	3.60	8.01	3.70	11.47	13.82	16.75	1.75
3	2.41	15.82	2.98	10.08	9.11	15.25	1.55
1	1.93	27.50	2.50	9.19	8.45	14.05	1.43
L* 1	1.83	24.88	2.45	11.51	10.22	13.15	1.35
3	1.92	21.24	2.00	10.45	10.84	12.95	1.28
5	1.12	6.18	1.35	17.56	25.46	12.05	1.05
Average	2.27	12.27	2.49	11.71	12.89	14.05	1.40

* Stalk position. H: Heavy, L: Light.

Table 4. Sensory Test

Items	Control	110 °C	115 °C	120 °C	125 °C	130 °C	135 °C	140 °C
Total Score	35	50	53	57	61	73	79	57
Rank	8	7	6	5	4	2	1	3

* Large number of total score indicates better smoking taste, and mildness of smoking taste was observed at 135°C.

3. 당류 첨가가 연기성분과 짝미 및 물리적 성질에 미치는 영향

여섯종류의 당류를 황색종 후엽 5동에 첨가 하였을때 연기 성분의 변화는 Table 6과 같다. Control 구에 비하여 Sucrose와 Lactose 첨가 구는 연중 Tar의 이행량이 증가되었고 그 외의 당류 첨가구에서는 연중 Tar와 Nicotine 이 감소되었다. 단당류인 Glucose등은 2당류 보다 연소성을 향상시켜 Tar의 생성량이 적고 낮은 온도에서도 Nicotine 분해를 촉진시키기 때문 이라고 사료되고 이러한 결과는 Spears⁽²¹⁾ 등의 보고와도 일치하였다. 각 당류를 담배에 농도 별로 첨가 하였을때 Tar과 Nicotine 의 이행은 Fig. 2, 3과 같다.

Fig. 2. 에서 보는바와 같이 Sucrose와 Lactose는 첨가량별로 Tar의 함량이 증가하였고 다른 당류는 감소시켰으며 특히 Fructose는 4 ~ 5% 첨가시 15%이상 감소시키고 6% 이상에서는 감소가 완만한 경향이였다. 연중 Nicotine은 Fig. 3. 에서 보는바와 같이 모든 당류가 감소 하였고 Glucose와 Mannose가 감소율이 컸으며 Glucose는 4~5% 첨가시에 20% 정도까지 감소 하였으며 6% 이상에서는 감소가 완만하였다.

짝미는 Table 6에서 보는 바와같이 Glucose 첨가구가 가장 양호하였고 물리성의 변화는 Table 7과 같이 부풀성과 연소성이 향상 되었으며 Glucose와 Fructose 첨가구가 양호하였다.

Table 6. Smoke composition and sensory test on each sugars (4.0% Addition)

Carbohydrate	Composition		Taste (Total ranking)
	Nicotine mg/cig.	Tar mg/cig.	
Control	1.75 (100)	16.75 (100)	155
Maltose	1.67 (95.4)	16.20 (96.7)	135
Sucrose	1.64 (93.7)	17.90 (106)	140
Glucose	1.42 (81.1)	15.20 (90.7)	122
Fructose	1.50 (85.7)	13.40 (80.0)	128
Mannose	1.45 (82.8)	15.50 (92.5)	130
Lactose	1.66 (94.8)	17.40 (104)	134

* Numbers in () represent the ratio of change compare with control.

Table 3. Effect of heat treatment on change of chemical and smoke compositions. (for 10 min.)

	Total Nitrogen (%)	Total Sugar (%)	Nicotine (%)	Crude fiber (%)	Smoke	
					Tar (mg/cig.)	Nicotine (mg/cig.)
control	3.60	8.00	3.70	11.47	16.75	1.75
110 °C	3.53	7.52	3.49	11.47	16.65	1.73
115 °C	3.51	7.51	3.42	11.45	16.65	1.73
120 °C	3.47	7.42	3.35	11.47	16.52	1.65
125 °C	3.38	7.40	2.71	10.85	15.28	1.60
130 °C	3.29	7.35	2.33	10.78	15.12	1.57
135 °C	3.21	7.30	1.85	10.62	14.75	1.57
140 °C	3.12	7.27	1.48	10.50	14.70	1.54

격히 감소한다. 이는 120°C 이상의 조건에서는 수분이 갑자기 증발하여 급건상태 이므로 이때 탈수되면서 여러물질이 휘산하는 것으로 사료된다. 이 결과로 온도별 열처리에 의한 엽중 Nicotine과 Nitrogen 감소율은 Fig. 1과 같다. 여기에서 140°C 이상이 되면 탄화 현상이 일어나기 때문에 원료 잎담배로서 가치를 상실하게 되므로 140°C 이상의 실험은 하지않았고 120°C 이하에서는 감소가 완만하기 때문에 135°C가 최적 온도로 사료된다.

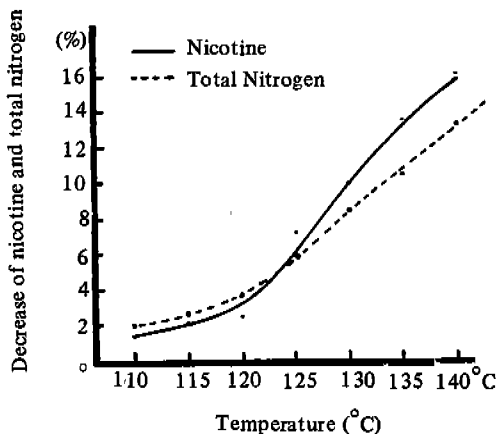


Fig. 1. Decrease of Nicotine and total nitrogen on each temperature. (for 10 min.)

위와같이 처리된 담배는 연구소 Panel 10명이 10점 만점 Scoring method로 완화성에 대하여 평가한 결과는 Table 4,5, 와 같다. 껍미가 가장 완화하고 잡미가 없는것은 135°C에서 10분간 처리된 시험구였고 135°C 이상에서 처리한 시험구는 탄화현상이 일어났으며 120°C 이하에서는 껍미가 미급하게 평가되었으며 135°C에서 처리된 시험구의 껍미가 좋았던 것은 담배중의 혐 껍미를 갖는 성분들이 수분과 함께 135°C 부근에서 급속히 휘산하였기 때문인 것으로 사료되고 Table 5의 분산분석 결과는 계산값 45.1은 Table 값 2.92보다 크므로 1%의 유의 수준에서 고도의 신뢰성이 인정되었다.

Table 5. Analysis of variance.

Variance	d.f	s.s	m.s	F Value	
				C.V	T.V
Total	79	166			
Sample	7	136	19.4	45.1	2.92
Error	72	307	0.43		

이것은 Daniel Tyrer⁽²²⁾가 보고 한바와 같이 잎담배에 당을 첨가하여 절각(Cutting)하면 유연성이 감소하여 딱딱하게 되므로 각초사이에 간격이 생겨서 공기를 많이 보유하기 때문에 이 공기가 권련 연소를 돕는 Catalyst적인 작용을 하는 것으로 사료되며 기타의 당류는 감소폭이 완만하게 나타났다.

Table 7 Effect of carbohydrate added to cigarette on physical characteristics (H. 5)

Carbohydrate	Filling power (cc/g)	Burning rate (min.sec./3cm)
Control	4.1	7.45
Maltose	4.2	7.27
Sucrose	4.4	7.25
Glucose	4.5	7.15
Fructose	4.4	7.15
Mannose	4.2	7.36
Lactose	4.5	7.25

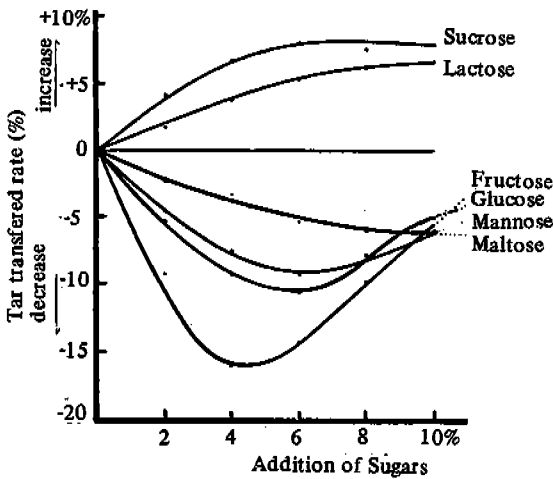


Fig. 2. Tar transferred to smoke from carbohydrate.

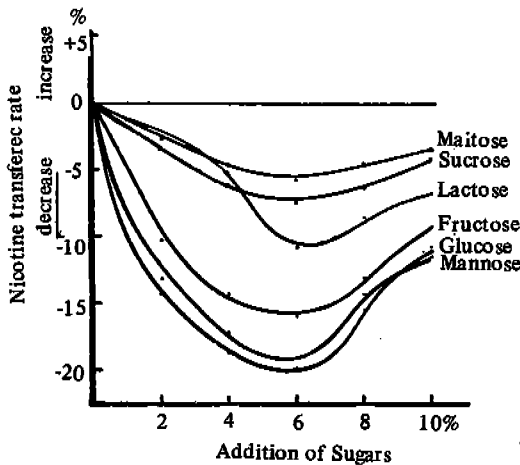


Fig. 3. Nicotine transferred to smoke from carbohydrate.

4. 산류 첨가가 연기 성분과 짝미에 미치는 영향

산류의 첨가 효과는 Table 8과 같으며 연기 성분에 미치는 영향은 첨가구 공허 pH의 값이 4.02~6.35로 감소되었다. 그중 Tartaric acid가 가장 변화폭이 컸고 다음이 Citric acid, Lactic acid, Malic acid 순으로 나타났으며 연중 Tar와 Nicotine의 감소율은 pH의 강하에 영향이 있고 질소화합물을 감소 시키는 것으로 사료된다.

Fig. 4. 에서 보는 바와같이 연기중 Tar의 이행량은 각 산류의 첨가에 따라서 감소하는 경향이었으며 Tartaric acid가 감소폭이 가장 컸

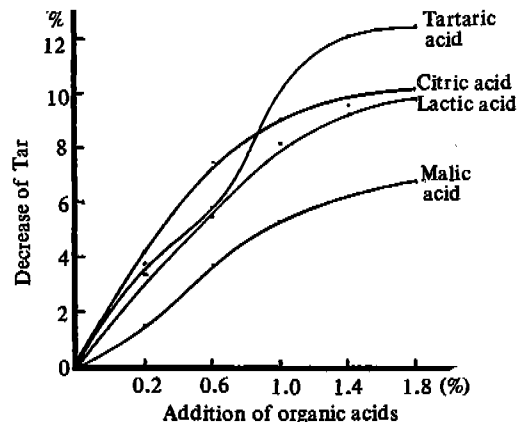


Fig. 4. Tar transferred to smoke from organic acids.

Table 8. Smoke Compositions and sensory tast on each acids.

Organic Acids	Composition			
	Nicotine (mg/cig.)	Tar (mg/cig.)	pH	Taste (Total ranking)
Control	1.75	176.75	6.45	104
Malic acid	1.65	15.87	6.20	88
Tartaric acid	1.62	15.38	6.05	92
Lactic acid	1.58	14.90	6.17	75
Citric acid	1.60	15.24	6.15	91

고 Malic acid가 가장 적었으며 각 산류 공히 1.0% 첨가시까지는 감소폭이 컸으나 그 이상에서는 완만하게 나타났다. 주류연의 Nicotine 이행량은 Fig. 5.와 같이 각 산류 첨가시 감소하였고 그 폭은 Tartaric acid가 가장 크게 나타났다.

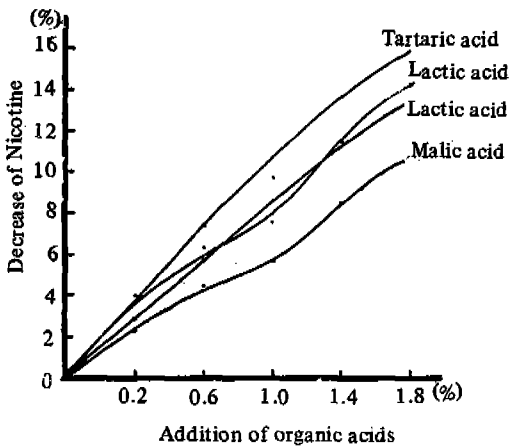


Fig. 5. Nicotine transferred to smoke from organic acids.

5. 당과 산류의 혼합첨가 효과

당류 첨가 시험에서 양호하였던 Glucose와 Fructose, 산류 첨가 시험에서 양호하였던 Lactic acid와 Tartaric acid를 혼합하여 첨가한 시험결과 내용 성분의 변화는 Table 9와 같다.

Total alkaloid의 감소율은 Fig. 6. 과 같이 각 시험구 공히 135°C 까지 감소폭이 컸고 135°C 이상에서는 탄화현상이 일어나기 때문에 원료로서 효과가 없었다.

Table 9에서 보면 연중 질소 화합물은 6.3~8.8%까지 감소하였고 Fig. 7과 Fig. 8. 에서와 같이 연중 Tar과 Nicotine은 10~20% 까지 감소하였다. 열치리에 의하여 휘산하는 성분 중에는 향각미에 좋은 영향을 주는 성분도 함유되어 있을 것으로 사료되나 황색증 5등은 사용상의 용도로 보아서 방향성 일담배가 아니기 때문에 첨가제와 열치리에 의하여 각미상 쓴맛과 자

Table 9. Chemical Properties on each Sugars and organic acids (for 10 min. at 135°C)

Sample	Total alkaloid %	smoke		
		Nicotine mg/cig.	Tar mg/cig.	pH
# A	3.60	1.75	16.75	6.46
# B	3.28	1.45	14.92	6.15
# C	3.33	1.40	14.88	6.14
# D	3.37	1.41	15.05	6.14
# E	3.25	1.48	14.65	6.13

- L A: Control
- # B: Glucose 4%+Lactic acid 1%
- # C: Glucose 4%+Lactic acid 0.8%+Tartaric acid 0.2%
- # D: Glucose 3%+Fructose 1%+Lactic acid 1%
- # E: Glucose 3%+Fructose 1%+Lactic acid 0.8%+Tartaric acid 0.2%

극을 주는 연중 Tar, Nicotine이 10% 이상 감소된 것은 처리의 효과가 큰것으로 사료된다. 또한 당은 많은 첨가제 중에서도 유해물들을 적게 생성하는 염중 성분이며 Caramel취와 Pyrazine과 같은 방향성의 물질을 얻을수 있기 때문에 깃연시 당의 역할은 매우 중요하다고 할 수 있다. 또한 연중 pH는 D. Hoffmann⁽²⁸⁾의 보고와 같이 pH가 6.2이상 일때는 Unprotonated

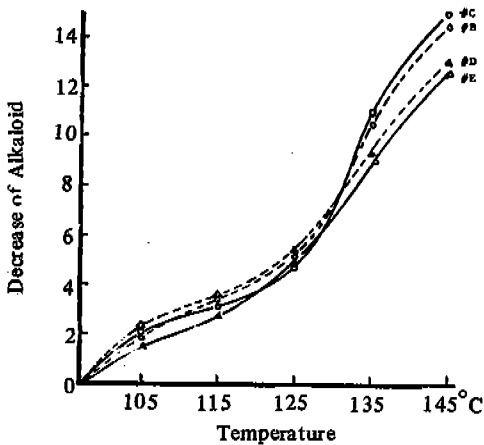


Fig. 6. Reduction rate of total alkaloid on sugars and organic acids added to cigarette by heat treatment.

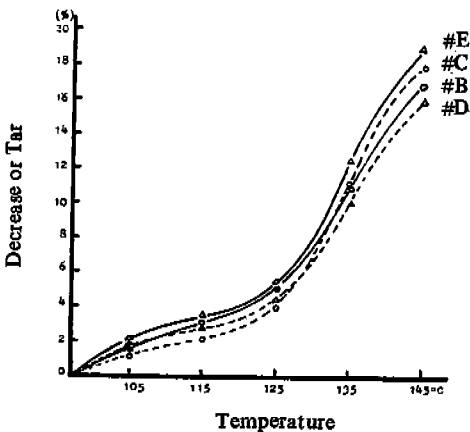


Fig. 7. Reduction rate of Tar in smoke on sugars and organic acids added to cigarette by heat treatment.

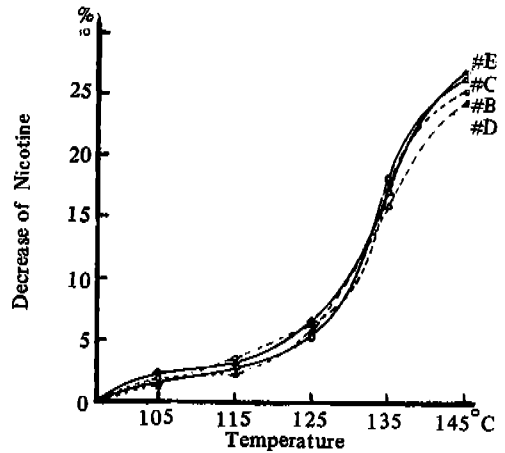


Fig. 8. Reduction rate of Nicotine in smoke on sugars organic and acids added to cigarette by heat treatment.

Nicotine이 되어 인체에 흡착과 흡수가 빨라 Nicotine의 독작용이 빨리 일어나기 때문에 연중 pH의 강하는 매우 중요하고 본 실험에서 pH가 6.13~6.15정도 인것은 유기산 첨가에 따라 얻어진 좋은 결과라고 사료된다. 당과 산류의 혼합 첨가시 부풀성과 연소성은 Table 10과 같이 향상되었고 이는 Daniel Tyres⁽²⁹⁾의 보고와 같이 당의 Catalyst 역할인 것으로 사료되며 깃미 평가 결과는 Table 11과 같다. 순위는 무처리 에 비하여 처리구가 양호하게 나타났으며 순위는 #c > #B > #D > #E > #A이며 유의성 검정을 한 결과 1%의 유의 수준에서 Table 값이 4.02 이므로 본 시직 결과는 1%의 유의 수준에서 고도의 유의성이 있다고 할 수 있다.

Table 10. Physical properties on each sugars and acids.

Sample	Filling power (cc/g)	Burning rate (min., sec./3cm)
L A	4.1	7 : 45"
# B	4.3	7 : 20"
# C	4.5	7 : 17"
# D	4.4	7 : 25"
# E	4.2	7 : 21"

Table 11. Sensory test.

Items	#A	#B	#C	#D	#E	Note
Total	65	33	24	46	57	225
Rank	6	2	1	3	4	

$$W = \frac{75.3 - (1/15)}{150 + (2/15)} = 0.5 \quad F = \frac{(15-1)(0.5)}{(1-0.5)} = 14$$

깍미는 #_A가 깍미가 강하고 자극성과 잡미가 있으며 #_B는 깍미가 완화하고 Caramel취가 있고 #_C는 향기가 양호하고 완화하며 Caramel취가 있고 #_D는 완화하나 고미가 있으며 #_E는 깍미 순하나 약간의 자극성이 있다.

결 론

황색종 Hicks 중 하급엽에 속하는 5등 잎담배는 내용 성분이 충실하지 못하고 깍미에 있어서도 쓴맛과 자극성이 있어서 전반적으로 품질이 떨어진다. 이와같이 품질이 나쁜 원료잎담배를 향상 시키고저 당류와 산류를 첨가하여 열처리 한다음 품질을 평가한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

(1) 당류로서 Maltose, Sucrose, Glucose, Fructose, Mannose, Lactose의 6종을 잎담배에 각각 2~6%씩 첨가 하였을때 그 효과를 비교한 결과는 첨가량이 5~6%일때 연중Tar과 Nicotine의 감소율이 컸고 양호한 것은 Glucose로서 5% 첨가구에서 Nicotine이 19% 감소하였고 Tar은 Sucrose와 Fructose를 4% 첨가구에서 5~8% 까지 증가한 반면 Glucose와 Fructose를 4% 첨가한 구에서 16%가 감소 되었다. 깍미평가 결과는 Glucose와 Fructose 첨가구가 양호하였고 Maltose와 Sucrose 첨가구는 미급하게 평가되었다.

(2) 산류는 Malic acid, Tartaric acid, Lactic acid, Citric acid의 4종류를 잎담배에 0.2~1.8%까지 첨가 하였을때 그 효과는 Tartaric acid가 1.0% 첨가 하였을때 연중 Tar과 Nico-

tine이 10% 감소 하였으며 연중 pH는 6.46에서 6.05로 급강하 하였고 1%이상 첨가구에서는 강하폭이 적었다. 깍미가 양호하였던 산은 Lactic acid와 Tartaric acid 이고 Malic acid와 Citric acid는 다소 잡미가 있는 것으로 평가되었다.

(3) 당과 산류를 혼합 첨가하여 135℃에서 10분간 열처리한 시험구의 효과는 Glucose 4%, Lactic acid 0.8%, Tartaric acid 0.2%를 혼합 첨가한 시험구가 가장 양호하였고 Control구에 비하여 연중 Tar과 Nicotine이 16~20% 감소하였으며 pH도 6.46에서 6.14로 강하 되었다. 따라서 Protonated Nicotine이 많아지므로 Nicotine의 독성이 적어 졌으며 연소성과 팽창성이 향상되었다. 깍미도 완화하고 Caramel취가 있으며 유의수준 1%에서 고도의 유의성이 인정되었다. 그러므로 황색종 하급 잎담배의 품질 향상을 위해서는 당류로서 Glucose를 4% 첨가하고 산류는 Lactic acid를 0.8%, Tartaric acid를 0.2% 혼합 첨가하여 사용하는 것이 가장 효과적 이었으며 온도는 135℃ 미만은 미급하고 135℃ 이상에서는 잎담배가 탄화현상을 일으키므로 135℃에서 10분간 처리하는 것이 가장 효과적으로 나타났으며 담배제조 공장에서 실용화 하는 데에도 가능할 것으로 사료된다.

REFERENCES

- Standard Method CORESTA No. 10, 12, CORESTA Information Bullatin (1961-1).
- MacLeod. A. J., Chemistry and Industry, 1035-6, 1973.
- P.E. Kochler, M.E. Mason, and J. A. Newell, John. Agr. Food Chem. 17(2), 393, 1969.

4. 박외숙, 김기환, 담배연구보고서, 155, 1979.
5. 유광근, 이태호, 김기환, 담배연구보고서 147 - 164, 1980.
6. 박택규, 김기환, 한국농화학회지, 22(1), 58 - 63, 1979
7. 김기환, 전매기술연구보고서, 261-256, 1975.
8. 김기환, 전국대학교 논문집 제 3 편, 317 - 325, 1975.
9. CORESTA Standard Method, No. 20, 1, 1968.
10. Griffith, Tobacco Sci., 130-137, 1957.
11. International Standard, I.S.O., 2881, 1977.
12. Spears, A.W., J.H. Bell, and A.O. Saunders. 19th Tobacco Chemists Res. Conf. Lexington, Kenutucky, 29 (1965).
13. W.R. Harvey et. al., Tob. Sci. Vol. 13,15 (1969).
14. Official Methods of Analysis of the A.O.A.C., 13th ed., 127, 1980.
15. 葉なはて理化学性, 日本専売公社, 1968.
16. Official Methods of Analysis of the A.O.A.C., 11th ed., 295, 526, 1970.
17. 허일, 한국연초연구소, 담배성분분석법, 1979.
18. CORESTA, Standard Method No. 13, 1968.
19. 한국인삼연초연구소, 담배연기성분 분석법, 12-24, 1980.
20. 한국인삼연초연구소, 담배연기성분 분석법, 65-67, 1980.
21. 김동훈, 식품화학, 탐구당, 1~22, 1979.
22. Daniel Tyrer U.S. Pat. 2,914,072.
23. K.D. Brunnemarn and D. Hoffmann, The pH of Tobacco Smoke, (1973).