

## 황색종 잎담배의 후숙과정 중 유리당, 비휘발성 유기산 및 지방산의 변화

복진영\* · 박윤신<sup>1)</sup> · 박원종<sup>2)</sup> · 이종률  
KT&G 중앙연구원, 국립과학수사연구소 중부분소<sup>1)</sup>  
공주대학교 산업과학대학 식품공학과<sup>2)</sup>  
(2006년 11월 3일 접수)

## Changes of Free Sugars, Non-Volatile Organic Acids and Fatty Acids in Flue-cured Leaf Tobacco during Aging

Jin-Young Bock\*, Yoon-Shin Park, Won-Jong Park and Joung-Ryoul Lee

*KT&G Central Research Institute*

<sup>1)</sup>*National Institute Scientific Investigation, Central District Office*

<sup>2)</sup>*Department of Food Science and Technology, Kong Ju National University*

*(Received November 3, 2006)*

**ABSTRACT** : This study was carried out to investigate the changes of free sugars, non-volatile organic and fatty acids in flue-cured leaf tobacco during aging. The threshed leaf tobacco(B10 and C1L) produced in 2002 crop year was aged for 21 month in warehouse of Oc-Cheon Leaf Tobacco Processing Factory. The leaf tobacco were sampled at three month intervals for analysis of free sugars, non-volatile organic and fatty acids. The major free sugars of flue-cured were glucose and fructose regardless of tobacco grades. After aging period of 21 months, the contents of glucose and fructose showed a tendency to slightly decrease, and there was no appreciable change in the contents of sucrose in B10 and C1L grades. The major compound of non-volatile organic acid and fatty acid were malic, oxalic and citric, linolenic, linoleic and palmitic acid regardless of tobacco grade. After aging period of 21 months, the contents of malic, malonic, oxalic and fumaric acid showed a tendency to slightly decrease, whereas succinic acid was slightly increased, and maleic acid was not changed in B10 and C1L grades. The decreases in fatty acid contents in B10 and C1L grade tobacco leaves after 21 month aging were 16.5% and 9.8%, respectively. The decreases in linolenic acid contents in two grades were the highest, showing 22.1% and 12.0% reduction after 21 month aging.

**Key words** : flue-cured, aging period, free sugar, organic acid, fatty acid

잎담배 품질은 니코틴, 당, 전질소, 석유에테르  
추출물 및 유기산 등의 화학 성분과 부풀성, 부스

리짐 지수, 평형수분, 연소성 및 주맥 비율 등의  
물리적 기준에 의하여 결정(Tso, 1990) 되며, 이

\*연락처 : 305-805 대전광역시 유성구 신성동 302 번지, KT&G 중앙연구원

\*Corresponding author : *KT&G Central Research Institute, 302 Shinseong-dong, Yuseong-gu, Daejeon 305-805, Korea*

러한 물리 화학적 특성은 유전적 요인, 재배방법, 기후조건 등에 영향을 받는다.

지금까지 알려진 잎담배의 화학성분은 약 3000여개(Leffing, 1999)로 그중 탄수화물(당)이 12.5-22.5 %, 비휘발성 유기산 및 고급 지방산이 11.3 %를 차지하고 있다(WeeK, 1985). 유리당은 잎담배의 건조 과정에서 축적된 전분의 효소적 가수분해에 의해서 생성되며, 잎담배 품질에 정의 상관이 있는 것으로 알려져 있다(Peele, 1995; Long and Weybrew, 1981).

또한 건조 과정에서 생성된 환원당은 아미노산과 반응하여 방향성의 pyrazine 및 imidazole의 전구체인 Amadori 화합물을 생성하여 잎담배 품질에 많은 영향을 주며, 담배 연기의 pH에도 관여한다고 알려져 있고(Robert, 1988), 담배 맛에 기여하는 ketone, lactone 등도 당 화합물의 분해에 의해서 생성된다(Leffingwell, 1976).

한편 잎담배의 pH를 조절하여 담배연기의 향각미에 간접적인 영향(Kallianos, 1976)을 주는 동시에 담배 연기의 맛과 촉감에 긍정적인 영향(Roberts, 1988)을 주는 산류는 다양한 구조에 따라 약 170개 이상이 확인되었다(Kimland et al., 1973; Roberts and Rohde, 1972). 이중 잎담배의 비휘발성 유기산은 주로 citric, malic, oxalic, malonic acid로 구성되어 있고, 이들은 주로 유리상태 또는 니코틴, 암모니아, 칼슘, 칼륨, 나트륨 등과 같은 무기이온과 염형태로 존재하며, 황색종에는 5-10 %, 버어리종에는 14-18 %, 오리엔트종에는 6-8 % 함유(Leffingwell, 1999; Kallianos, 1976)되어 있다.

품질과 관련하여 비휘발성 유기산은 담배연기의 질과 향에 대하여는 명확하지는 않으나, 잎담배의 화학성분과 유기산을 연계하여 품질을 계수화하려는 시도가 있었으며, Brückner(1936)는 당, 전분, oxalic acid, 탄닌, 수지물질의 합을 pH, 펙틴질, 펜토산, 섬유소, 리그닌, 회분, citric acid, 질소화합물, 니코틴의 합으로 나눈값에 400을 곱하여 품질을 평가하려는 방정식을 유도하였고, Phillips 와 Bacot(1953)는 환원당과 citric 및 oxalic acid의 역합수를 이용하여 담배의 품질을 나타내려고 시도한바 있다.

또 triglyceride 또는 다른 지질 성분의 가수분해에 의해서 생성되는 지방산은 주로 palmitic, linoleic 및 linolenic acid로 구성되어 있고 황색종에는 약 0.75-1.1 %, 버어리종에는 약 0.5 % 함유되어 있다(Laffingwell, 1999).

품질과 관련하여 지방산은 공기, 빛 또는 효소에 의하여 산화작용을 받아 포화 또는 불포화 알코올, 알데히드 등으로 변하여 담배 향각미에 영향을 주는 것으로 알려져 있으며(Enzell and Wahlberg, 1980), 대부분 포화 지방산(palmitic acid 등)은 담배 연기에 waxy, fatty, 부드러운 맛을 주며, 불포화 지방산(linoleic, linolenic acid 등)은 harshness를 준다고 알려져 있다(Davis, 1976).

한편 당과 유기산에 대한 국내의 연구는 황색종 잎담배 건조과정중 비휘발성 유기산과 지방산의 변화(이 등, 1982a), 속도에 따른 유기산 함량 변화(이와 김 등, 1984b), 당과 산류가 담배의 품질에 미치는 영향(이와 조, 1984), 잎담배 염육과 주맥의 비휘발성 유기산 비교(김 등, 1986), 아미노산과 glucose간의 가열 반응에서 생성된 휘발성 화합물에 관한 연구(곽 등, 1989), 황색종 잎담배의 시비량 및 토양조건에 따른 비휘발성 유기산 및 지방산 함량 변화와(장과 최, 1992), 그 외 황색종 잎담배의 건조과정에서 유기산 및 지방산의 변화(지, 1994)에 대한 보고가 있을 뿐이다.

따라서 본 연구는 황색종 잎담배를 21개월간 숙성 하면서 3개월 간격으로 시료를 채취하여 유리당, 비휘발성 유기산 및 지방산의 변화를 분석 하므로써 국내 황색종 잎담배의 품질평가와 품질향상을 연구하는데 기초자료로 활용하고자 본 연구를 수행하였다.

## 재료 및 방법

**잎담배 시료** 본 실험에 사용된 시료는 2002년 산 황색종 잎담배(KF118)로 2003년 3월 KT&G 김천원료 공장에서 가공한 B10 및 C1L 두 등급을 자연조건하에서 21개월간 숙성시키면서 가공 직후부터 3개월 간격으로 시료를 채취하여 60℃에서 건조한 후 20mesh로 분쇄한 다음 -20℃의 냉장고에서 보관하면서 분석 시료로 사용하였다.

유리당, 비휘발성 유기산 및 지방산의 분석 잎담배 중 유리당은 권 등(2005)의 방법에 따라 분석하였다. 즉, 건조분말 시료 3 g를 정확히 취하여 증류수 100ml를 가하여 30분간 진탕한 후 C<sub>8</sub> SPE cartridge (Oro-Sep, 900 mg)를 통과시켜 비극성 성분을 제거하고 0.45 μm 필터(Target-PDVF, 17 mm)로 여과하여 High Performance Liquid Chromatograph(HPLC) 주입 시료로 사용하였다.

HPLC는 Water system with Empower를 이용하였고, 컬럼은 Sugar-Pak(6.5 mm × 300 mm, Waters, USA)을 사용하였으며, 이동상은 Acetonitrile : H<sub>2</sub>O(73:27, V/V %), 유속은 12분까지 1.0 ml/min, 12분에서 20분까지는 1.3 ml/min, 20분에서 35분까지는 1.0 ml/min, 검출기는 Refractive Index(RI)를 사용하여 표준용액의 검량곡선으로부터 시료중의 유리당 함량을 정량하였다.

잎담배 중 비휘발성 유기산 및 지방산은 Court와 Hendel의 방법(1986)에 따라 건조분말 시료 2 g를 정확하게 취하여 12 % H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>-Methanol 법으로 methyl ester화 시켜 GC로 분석하였다.

GC는 FID가 부착된 Hewlett-Packard 5890 Series II를 사용하였으며, 컬럼은 HP-Innowax fused silica capillary colum(60m×0.25mmID,

0.25μm film thickness)을 사용하였고, 컬럼 온도는 80 °C에서 5분간 유지한 후 분당 2 °C씩 230 °C까지 승온하는 조건으로 시료 2 μl를 split mode(30:1)로 주입하였다. Injector와 detector 온도는 각각 240 °C, 250 °C로 하였으며, carrier gas는 N<sub>2</sub>(0.808 ml/min)를 사용하였다.

시료 중 비휘발성 유기산과 지방산의 확인 및 정량은 표준품을 시료와 동일한 방법으로 methyl ester화 시켜 GC에서의 머무름 시간과 비교하여 확인하였으며, 정량은 내부표준 물질인 glutaric acid의 면적비에 의하여 정량하였다.

## 결과 및 고찰

황색종 가공 잎담배 B10 및 C1L 두 등급의 후숙 과정중 유리당 함량 변화는 Table 1과 같다.

Table 1에서 보는 바와 같이 황색종 가공 잎담배의 유리당 함량은 후숙전을 기준으로 하여 glucose와 fructose의 함량이 B10 및 C1L에서 각각 95.1 %, 95.8 %를 차지하고 있었으며, sucrose는 소량 함유되어 있었음을 알 수 있었다.

후숙 과정 중 유리당의 함량 변화는 일정한 경향을 나타내지는 않았으나 후숙전과 후숙 21개월 후를 기준으로 하여 보면 후숙이 경과하면서 두 등급 모두에서 glucose와 fructose는 점차 감소한

Table 1. Changes of free sugar contents in flue-cured tobacco leaves(B10 and C1L grade) during aging

Free sugar (%)	Grade	Aging period (month)							
		0	3	6	9	12	15	18	21
Glucose	B10	11.7	12.3	11.2	11.0	11.1	11.0	10.3	10.1
	C1L	12.6	11.8	11.7	11.6	11.5	11.4	11.2	11.2
Fructose	B10	10.3	10.5	10.1	10.1	10.2	10.1	10.1	9.7
	C1L	10.7	10.3	10.4	10.4	10.4	10.8	10.3	10.3
Sucrose	B10	1.1	0.8	1.1	1.2	0.9	1.0	1.0	1.1
	C1L	1.1	1.5	1.2	1.4	1.1	1.0	1.5	1.1
Total	B10	23.1	23.6	22.4	22.3	22.2	22.1	21.4	20.9
	C1L	24.3	23.6	23.3	23.4	23.0	23.2	23.0	22.6

반면 sucrose는 거의 변화가 없었다. 감소율은 glucose의 경우 B10와 C1L에서 각각 13.6%, 11.1%였고, fructose의 경우 각각 5.8%, 3.7%로 나타나 glucose의 감소율이 컸으며, 등급별로는 B10가 C1L 보다 감소율이 컸다. de la brude (1962)에 의하면 24℃-60℃ 열처리한 황색종 잎담배의 환원당이 감소하였음을 보고하여 본 실험결과와 유사하였으며, 이때 감소된 glucose의 0.47-1.92 %는 탄산가스, 5.8-46.0 %는 고분자 복합물질, 7.7-21.5 %는 비환원성 수용성 산화물, 1.7-3.6 %는 ether 가용성 물질로 변화한다고 하였다.

또 Laffingwell(1976)에 의하면 황색종 잎담배의 환원당은 저장, 후숙중 휘발성 유기산 또는 다른 carbonyl 화합물로 변화한다는 보고가 있고, Schönberg et al.(1948)은 아미노산과 반응하여

Amadori 화합물을 생성한다고 하였다. 따라서 본 실험결과 황색종 잎담배의 B10 및 C1L 두 등급에서 glucose와 fructose가 감소하는 것은 휘발성 유기산으로의 전이 반응과 Maillard 반응에 소모되었기 때문으로 판단되며, 이러한 반응은 glucose의 감소율이 큰 것으로 보아 fructose 보다 glucose가 더 깊게 관여 하리라 추정된다.

황색종 가공 잎담배 B10 및 C1L 두 등급의 후숙 과정 중 비휘발성 유기산 및 지방산 함량의 변화를 Table 2와 Table 3에 각각 나타내었다.

Table 2와 같이 황색종 잎담배 B10 및 C1L 두 등급의 비휘발성 유기산은 oxalic, malonic, fumaric, succinic, maleic, malic 및 citric acid 등 7종이 검출되었으며, 후숙과정 중 함량은 등급에 관계없이 malic acid의 함량이 가장 높았고, 그 다음으로 oxalic > citric > malonic >

Table 2. Changes of non-volatile organic acid contents in flue-cured tobacco leaves during aging

Organic acids (mg/g)	Grade	Aging period (month)							
		0	3	6	9	12	15	18	21
Oxalic	B10	13.37	13.82	14.01	13.95	13.54	13.45	13.38	13.04
	C1L	13.76	13.77	13.68	13.62	14.32	13.36	13.31	13.32
Malonic	B10	2.50	2.52	2.29	2.27	2.36	2.26	2.00	1.97
	C1L	2.27	2.17	2.16	2.20	2.22	2.07	1.88	1.95
Fumaric	B10	0.20	0.18	0.18	0.13	0.16	0.14	0.10	0.10
	C1L	0.26	0.19	0.17	0.19	0.17	0.17	0.15	0.14
Succinic	B10	0.23	0.24	0.25	0.26	0.26	0.26	0.29	0.28
	C1L	0.28	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.32	0.32
Maleic	B10	0.08	0.08	0.07	0.07	0.07	0.07	t	0.08
	C1L	t	t	t	t	t	t	t	t
Malic	B10	80.90	76.76	76.96	77.25	81.27	80.80	74.70	73.92
	C1L	123.53	120.90	129.79	128.09	123.36	116.03	121.30	120.58
Citric	B10	4.34	4.26	4.05	4.10	4.53	4.14	4.01	4.07
	C1L	7.34	7.47	8.26	8.22	7.35	6.93	7.12	7.12
Total	B10	101.95	97.86	97.81	98.03	102.19	101.12	94.48	93.46
	C1L	147.44	144.8	154.43	152.62	138.86	138.86	144.15	143.43

t : trace.

succinic > fumaric > maleic acid 순이었으며, 등급별로 보면 B10 보다 C1L의 비휘발성 유기산의 함량이 높았다. 후숙 과정 중 비휘발성 유기산의 경시적 변화는 일정한 경향을 나타내지 않았으나 후숙전과 후숙 21개월 후를 기준으로 할때 B10 등급의 경우 전체적으로 8.3 % 감소하였고, 그 중 fumaric acid가 50.0 % 감소하여 감소율이 가장 컸으며, malonic, malic 및 citric acid의 감소율은 각각 21.2 %, 8.6 % 및 6.2%였으나, succinic acid는 오히려 2.2 % 증가 하였다. C1L 등급에서는 전체적으로 2.7 % 감소하여 B10보다 감소폭이 낮았으며, B10 등급에서와 같이 fumaric acid의 감소율이 가장 컸고 malonic, malic 및 citric acid는 각각 14.1 %, 2.3 % 및 2.9 % 감소하고 succinic acid는 14.3 % 증가하여 B10 등급과 같은 양상이었다.

이와 같은 결과는 지(1994)가 보고한 한국산 황색종 잎담배의 비휘발성 유기산의 함량과 일치하였고, Kallianose(1976)는 잎담배의 비휘발성 유기산 중 malic, citric, oxalic 및 malonic acid가 90 % 이상을 차지한다고 하여 본 실험 결과와 유사하였다.

山崎 등(1971)은 일반적으로 엽권중에 대한 잎담배의 발효 중 비휘발성 유기산 함량은 감소하고 휘발성 유기산은 증가한다고 보고하여 본 실험 결과와 유사하였다. 또 Viart(1962)는 발효처리에 의하여 비휘발성 유기산 중 malic acid가 감소한다고 보고하고 이는 발효처리에 의하여 휘발성 유기산이 증가하는 것과 관련이 있을 가능성을 제시하였다.

한편, 황색종 잎담배의 5-10 %를 차지하는 비휘발성 유기산은 열분해 되어 담배 연기의 pH를 조절하여 간접적으로 담배 연기의 향각미에 영향을 주며(Davis, 1976; Tso, 1990), malic acid는 담배 연기에 부드러운 맛을 주기 때문에 잎담배 품질에 긍정적으로 작용하지만, oxalic 및 citric acid는 담배 연기에 부정적인 영향(Kallianos, 1976)을 끼친다고 보고되어 본 실험 결과에서 나타난 바와 같이 후숙과정 중 담배 연기에 부정적인 영향을 주는 oxalic 및 citric acid 함량의 감소는 바람직한 것이라 판단된다.

또한 본 실험결과에서 B10 및 C1L 두 등급의 후숙 과정 중 succinic acid가 증가하는 것은 malic acid (hydroxysuccinic acid)가 미생물 또는 화학적 반응으로 dehydroxylation에 의한 succinic acid가 생성되는 것으로 생각된다.

한편 황색종 잎담배의 후숙과정 중 지방산 함량 변화는 Table 3에 나타내었다.

황색종 잎담배 B10 및 C1L 두 등급의 지방산은 palmitic, stearic, oleic, linoleic, linolenic 및 arachidic acid 등 6종의 지방산이 검출되었으며, 지방산 함량은 Table 3에 나타난 바와 같이 linolenic acid(18:3)가 등급에 관계없이 가장 높았고, 그 다음으로 B10에서는 linoleic(18:2) > palmitic(16:0) > oleic(18:1) > stearic(18:0) > arachidic acid(20:0) 순이었으며, C1L에서는 palmitic(16:0) > linoleic(18:2) > oleic(18:1) > stearic(18:0) > arachidic acid(20:0) 순이었으며, 등급별로는 B10보다 C1L의 함량이 높았다.

황색종 잎담배 B10 및 C1L 두 등급의 후숙 과정 중 지방산 함량 변화는 일정한 경향을 나타내지는 않았으나 후숙전과 후숙 21개월 후를 기준으로 하여 보면 전체적인 함량은 B10 및 C1L에서 각각 16.5 %, 9.8 %로 감소하여 B10 등급의 지방산 함량 감소율이 크게 나타났다. 지방산별로는 등급에 관계없이 linolenic acid(18:3)와 linoleic acid(18:2)의 감소율이 컸는데, 이들의 감소율은 B10 등급에서 각각 22.1 %, 13.2 %였고, C1L 등급에서는 각각 12.0 %, 4.2 %였다.

## 결 론

2002년산 황색종 가공 잎담배 B10 및 C1L 두 등급을 가공 직후부터 21개월간 후숙 시키면서 3개월 간격으로 시료를 채취하여 유리당, 비휘발성 유기산 및 지방산을 분석한 결과는 다음과 같다.

국내산 황색종의 유리당은 B10 및 C1L 두 등급 모두에서 glucose와 fructose가 95% 이상을 차지하고 있었고, sucrose는 소량 함유되어 있었다. 21개월 숙성후의 함량 변화는 glucose와 fructose는 감소하는 경향이었으나, sucrose는 변화가 없었다. 감소율은 전체적으로 B10 및 C1L

Table 3. Changes of fatty acid contents in flue-cured tobacco leaves (B1O and C1L grades) during aging

Fatty acids (mg/g)	Grade	Aging period (month)							
		0	3	6	9	12	15	18	21
Palmitic (16:0)	B1O	2.63	2.63	2.53	2.49	2.53	2.51	2.58	2.43
	C1L	2.64	2.63	2.57	2.63	2.65	2.63	2.69	2.66
Stearic (18:0)	B1O	0.69	0.75	0.72	0.65	0.66	0.64	0.67	0.62
	C1L	0.66	0.66	0.64	0.73	0.67	0.67	0.67	0.67
Oleic (18:1)	B1O	1.16	1.29	1.15	1.17	1.10	1.09	1.13	1.07
	C1L	0.88	0.95	0.87	0.90	0.89	0.90	0.92	0.93
Linoleic (18:2)	B1O	2.80	2.77	2.57	2.50	2.63	2.51	2.53	2.43
	C1L	2.22	2.25	2.09	2.15	2.19	2.18	2.13	2.13
Linolenic (18:3)	B1O	9.18	8.83	8.18	7.91	8.04	7.68	7.57	7.15
	C1L	10.05	9.74	9.19	9.40	9.12	9.17	8.84	8.84
Arachidic (20:0)	B1O	0.14	0.14	0.11	0.12	0.13	0.15	0.13	0.16
	C1L	0.16	0.16	0.14	0.14	0.17	0.15	0.15	0.15
Total	B1O	16.60	16.41	15.26	14.84	15.09	14.58	14.61	13.86
	C1L	17.06	16.39	15.50	15.95	15.69	15.70	15.40	15.38

### 참 고 문 헌

에서 각각 9.5 %, 6.9 %로 B1O등급의 감소폭이 컸다. 국내산 황색종 잎담배 B1O 및 C1L의 비휘발성 유기산은 주로 malic, oxalic 및 citric acid로 구성되어 있었고, 21개월 후숙후의 함량 변화는 malic, oxalic, citric acid 등은 감소하는 경향이었으나, succinic acid는 증가 하였다. 국내산 황색종 잎담배 B1O 및 C1L 두 등급의 고급 지방산은 주로 linolenic(18:3), linoleic(18:2) acid와 같은 불포화 지방산과 포화 지방산인 palmitic(16:0) acid가 주요 지방산이었으며, 후숙 21개월 후의 함량 변화는 전체적으로 B1O 및 C1L에서 각각 16.5 %, 9.8 %로 감소하여 B1O 등급의 감소폭이 컸다. 감소폭이 가장 큰 지방산은 linolenic(18:3)으로써 B1O 및 C1L에서 각각 22.1 %, 12.0 %였다.

- Brückner, H. (1936) Die Biochemie des Tabaks. Verlag Paul Pareg, Berlin.
- Coulson, D. A. (1958) Essential chemical and physical characteristics of flue-cured tobacco in the manufacturing of cigarettes. Tobacco Workers Conference. Athens, GA.
- Court, W.A. and Hendel, J. G. (1986) Capillary gas chromatography of non-volatile organic acids, fatty acids, and certain carbohydrates in flue-cured tobacco. *Tob. Sci.* 30: 56-59.
- Davis, D. L. (1976) Wax and lipids in leaf and their relationship to smoking quality and aroma. *Rec. Adv. tob. Sci.* 2: 80-106.
- de la Burde, R., Crayton, F. and Bavey, A.

- (1962) Fate of carbohydrates during thermal degradation of tobacco. *Nature* 196: 166-167.
- Enzell, C. R. and Wahlberg, I. (1980) Leaf composition in relation to smoking quality and aroma. *Rec. Adv. Tob. Sci.* 6: 64-122.
- Fenner, R. A. (1988) Thermoanalytical characterization of tobacco constituents. *Rec. Adv. Tob. Sci.* 14: 82-113.
- Kallianos, A.G. (1976) Phenolic and acids in leaf and their relationship to smoking quality and aroma. *Rec. Adv. Tob. Sci.* 2: 61-79.
- Kimland, B., Aasen, A. J., Almqvist, P., Arpino and Enzeii, C. R. (1973) Volatile acids of sun-cured Greek *Nicotina tabacum*. *Phytochem.* 12: 835-847.
- Leffingwell, J. C. (1976) Nitrogen components of leaf and their relationship to smoking quality and aroma. *Rec. Adv. tob. Sci.* 2: 1-31.
- Leffingwell, J. C. (1999) Tobacco (Production, Chemistry and Technology), 268-284, Davis, D. L. and Nielsen, M.T. ed., Blackwell Science Ltd, London.
- Long, R. C. and Weybrew, J. A. (1981) Major chemical changes during senescence and curing. *Rec. Adv. tob. Sci.* 7: 40-74.
- Peele, D. M. (1995) Chemical and Biochemical changes during the flue-curing of tobacco. *Rec. Adv. tob. Sci.* 21: 81-134.
- Phillips, M. and Bacot, A. M. (1953) the chemical composition of certain grade of type II. *JAOAC* 36: 504-523.
- Roberts, D. L. and Rohde (1972) Isolation and identification of chemical components of Burley tobacco. *Tob. Sci.* 16: 107-112
- Roberts, D. L. (1988) Natural tobacco flavor. *Rec. Adv. tob. Sci.* 14: 49-81.
- Schönberg, A., R. Moubosher, and Mostafa, A. (1948) Degradation of aliphatic amino acids to aldehydes and ketones by interaction with carbonyl compound. *J. Chem. Soc.* 176-182.
- Tso, T. C., McMurterg, J. E. and Sorokin, T. (1960) Mineral deficiency and organic constituents in tobacco plant. I. Alkaloids, sugar, and organic acids. *Plant Physiol* 35: 860-864.
- Tso, T.C. (1990) Production physiology and biochemistry of tobacco plant. Beltsville, Maryland, U.S.A., IDEALS, Inc.
- Viart, N. (1962) Aspects technologiques et biochimiques de la dessiccation et de la fermentation du tabac de paraguay. Extrait des annals de L'institut Exp. du Tabac de Bergerac, 4(1): 44-51.
- Weeks, W. W. (1985) Chemistry of tobacco constituents influencing flavor and aroma. *Rec. Adv. tob. Sci.* 11: 175-200.
- Weybrew, J. A., Wanismail A. and Long, R. C. (1983) The cultural management of flue-cured tobacco quality. *Tob. Sci.* 27: 56-61.
- 山崎嘉之, 高橋 猛, 柳澤雅子, 篠原拓男 (1971) ベーレー鍾および在來種葉 たばこの堆積發酵に関する研究」盛岡たばこ試験場報告. 6: 11-19.
- 곽재진, 김영희, 양광규 (1989) Leucine, Isoleucine 과 Glucose간의 가열 반응에서 생성된 휘발성 화합물에 관한 연구. 한국연초학회지 11(2): 203-210.
- 김영희, 박준영, 양광규, 김옥찬 (1986) 잎담배 염육과 주맥의 휘발성 정유성분 및 비휘발성 유기산의 비교. 한국연초학회지 8(2): 51-58.
- 권영주, 장기철, 나효환, 김용하, 이문수 (2005) HPLC를 이용한 감초 추출물의 당 분석법 연구. 한국연초학회지 27(1), 114-119.
- 이문수, 이운철, 반유선 (1982a) 황색종 잎담배의 건조과정중 비휘발성 유기산과 지방산의 변화에 관한 연구. 한국연초학회지 4(2): 75-80.
- 이문수, 김찬호 (1984b) 황색종 잎담배의 유기산과 속도에 관한 연구. 한국연초학회지 6(1): 73-78.

이태호, 조시형 (1984) 당과 산류가 담배의 품질에 미치는 영향. 한국연초학회지 6(1): 84-93.

장기철, 최정 (1992) 황색종 잎담배의 시비량 및 토양조건에 따른 비휘발성 유기산 및 지방산 함량 변화. 한국연초학회지 14(2): 151-158.

지상운, (1997) 황색종 잎담배의 건조과정에서 성분 변화. 상지대학교, 박사학위 논문.