

황색종 cyclic 건조법의 화학성분 특성

이철환* · 진정의 · 한철수
한국인삼연초연구원 대구시험장
(1998년 1월 3일 접수)

Effect of Cyclic Change of Wet Bulb Temperature During Yellowing Stage on Chemical Properties of Flue-Cured Tobacco

Chul Hwan Lee*, Jeong Eui Jin and Chul Soo Han
Taegu Experiment Station, Korea Ginseng and Tobacco Research Institute
(Received January 13, 1998)

ABSTRACT : The bulk curing experiment to the improve the quality of flue-cured leaves were carried out to evaluate relationship between cyclic curing and conventional curing method. We studied the effect of the cyclic change of wet bulb temperature at the yellowing stage of flue curing on chemical properties of cured leaves. The wet bulb temperature was automatically controlled between preset high(38°C) and low point (35°C) everyone hour cyclically during 12 hours after starting curing. As a result, the acceleration of the increase in the chemical properties of cured leaves were observed. As to the chemical properties, there was decreased in citric acid, increased in malic acid of the nonvolatile organic acids and all higher fatty acids content of leaves cured by this method compared with in that of conventional curing method, while a major chemical compounds in relation to aromatic essence of cigarette smoke in essential oil components of cured leaves was mostly higher in this method than those of conventional ones, and it was evaluated that there was decreased in CO, TPM, Tar, and CO₂ content of the cigarette smoke comparing to the conventional curing method.

Key words : cyclic curing, wet bulb temperature, chemical properties

황색종 Bulk건조는 발달량이 단위용적당 약 8배 정도로 밀적한 상태에서 비교적 단기간에 색상과 내용성분 변화를 도모해야 하기 때문에 건조단계 별로 적합한 환경조건이 부여되어야 하며(千葉, 1983; 西中, 1983; 大堀, 1980), 온도, 습도 및 풍속은 건조의 양부를 좌우하여 품질결정의 가장 주요

한 요인으로 알려져 있다(Mohapatra, 1980). 근래 Bulk건조기는 순환풍량이 증대하였고 기밀성과 성능향상으로 건조법의 편평엽 출현이 많고 물리성이 저하되며, 성분상 향각미 발현 물질의 감소 등으로 자연대류에 의한 관행건조에 비해 선택, 조직, 향각미등 품질 면에서 떨어지는 것으로 판명되

* 연락처 : 711-820, 대구광역시 달성군 하빈면 현내리 345, 한국인삼연초연구원 대구시험장
* Corresponding author : Korea Ginseng & Tobacco Research Institute, Taegu Experiment Station
345 Hyunni-Ree, Habin-Myun, Dalsung-Kun, Taegu 711-820, Korea

고 있다(Araiba 와 Honda, 1976; 西中, 1983; 大堀, 1980; Seok 등, 1992). 종래의 건조이론에서 선명한 색상의 건조엽은 황변기의 온, 습도를 일정하게 유지하여 엽온의 변동이 없어야 가능하다고 하였으나(千葉, 1983; 望月, 1965) 실제 관행건조에서는 사용자의 임의판단에 의한 흡, 배습기구의 개폐나 연소량의 조절로 온, 습도 관리를 하였기 때문에 결과적으로 상당한 변동이 있는 상태에서 건조가 진행되었지만 건조엽의 품질은 현재의 Bulk건조엽보다 상대적으로 우수하였던 것으로 인식되어 왔다(佐佐木, 1983; 小川寛, 1982). 최근 기초시험을 통하여 건조중의 엽온은 습구온도보다는 건구온도에 가깝다는 것이 입증되어(千葉, 1983; Norio, 1994), 본시험에서는 벌크건조엽의 품질개선을 위한 건조법개발의 일환으로 기존 자동건조 프로그램에서 황변기의 건구온도는 그대로 유지시키고 습구온도의 진폭을 일정기간 주기적으로 변동시킨 Cyclic건조법을 다소 변경, 관행벌크건조법과 비교 시험하여 건조엽의 화학성분 변화를 조사하였다.

재료 및 방법

건조시료는 NC82를 사용하였고 이식은 4월 15일에 재식거리 115×38cm의 밀도로 개량멸칭 이식하였으며 시비량은 퇴비 1,200kg/10a에 연초용 복합비료 (N-P₂O₅-K₂O : 13-7-25) 80kg/10a를 전량 기비로 시어 하였다. 수확엽은 엽수를 16매로 하여

하위엽에서 상위엽 방향으로 각각 하엽(1~4위엽), 중엽(5~8위엽), 본엽(9~13위엽), 상엽(14~16위엽)으로 구분하였고 수확엽은 엽선을 통하여 가능한 적숙엽만을 시료로 하였다. 시험건조기는 MICOM 부착 순환 Bulk건조기 (신희, 2단, 상면적 8.3㎡, 풍량 133㎡/min.) 2기를 사용하였다. 건조방법은 관행구는 기존 자동건조 프로그램에 따랐고 시험건조기는 그림 1에서와 같이 건조착수 12시간 후부터 습구온도를 최고 38.0℃, 최저 35.0℃로 설정하고 1시간 간격으로 변동시켜 12시간동안 경과하도록 하였으며, 이후의 건조조작은 관행과 같이 자동건조 프로그램상의 엽분별 표준 온습도곡선에 준하였다. 엽편기구는 Hanger를 사용하였고 Hanger 당 발달량은 한국담배인삼공사 생산지침(1997)에 따라 표준량(하, 중엽 13kg, 본, 상엽 16kg)을 준수하여 적입하였다. 엽중 성분분석은 한국인삼연초연구원 담배성분분석법(1991)에 따라 전질소는 개량 Kjeldhal법, 니코틴과 당은 자동분석법(Technicon Autoanalyzer), 석유에테르 추출물은 Soxhlet Extracting Apparatus를 이용하여 시료를 Petroleum Ether로 추출하고 추출물의 증량을 구하여 정량하였다. 비휘발성 유기산 및 지방산은 Court와 Hendel (1989)의 방법에 의한 기체크로마토그래피법, 정유 성분은 시료50g을 수증기 동시증류장치 (Steam Distillation Extracting Apparatus)에 넣고 에테르로 6시간 추출후 내부표준물질 0.1% Pentadecane 1㎖와 0.2% N-Hexanoic Acid 1㎖를 첨가후 6%

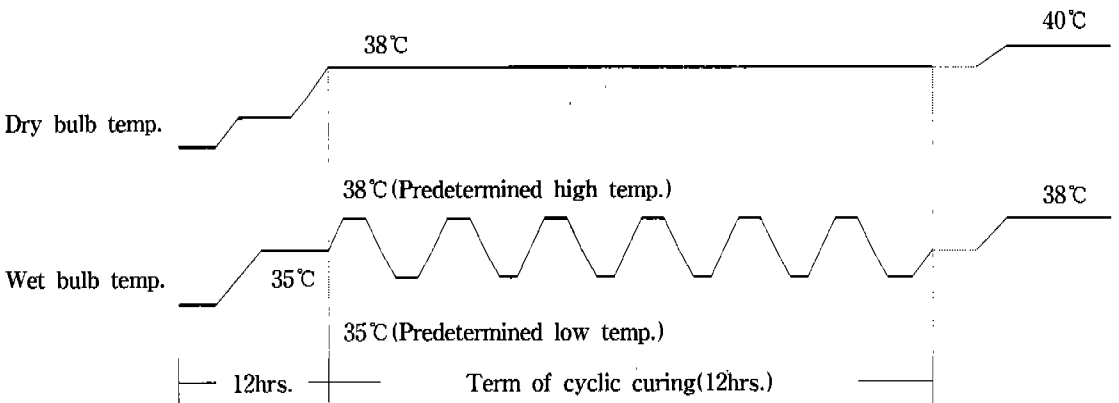


Fig. 1. Predetermined condition of the cyclic change of wet bulb temperature during yellowing stage.

NaHCO₃와 10% H₂SO₄를 사용하여 추출물을 액성 분리하고 이중 산성부만을 GC로 분석하였다. GC 분석조건으로 기기는 HP5880A; 검출기는 FID, 분리관은 SE-54 Fused Silica Capillary Colum(30×0.25mm ID)을 각각 사용하였고 분리관 온도는 40℃에서 3분간 유지시킨 후 분당 5℃로 250℃까지 승온시켰다. 연기성분은 시료를 Automatic Smoking Machine(Heinr Borgbaldt, RM/20CS)으로 연소시켜 연기응축물을 직경 92mm Cambridge Filter에 포집하여 각 성분별로 분석하였다.

결과 및 고찰

건조방법에 따른 엽분별 엽중 화학성분을 조사한 결과는 표 1과 같다. 양 건조법 모두 엽중 성분은 착엽위치간에 다소 차이는 있었으나 니코틴과 당함량은 Cyclic건조엽이 관행건조엽에 비해 다소 증가하는 경향으로 나타나고 전질소와 에페르추출물 함량은 차이가 없었다. 니코틴과 당함량에서 Cyclic건조엽이 관행건조엽에 비해 다소 높았던 원인에 대해서는 아직까지 구명된 사실이 없고 다만 니코틴은 대진물%로 표시되기 때문에 어떠한 방법이든 건조에 의해 건조 후가 수확당시 함량보다 증가하는 것같이 나타나지만 니코틴은 뿌리에서 합성되어 잎에 집적되므로 수확엽은 어떠한 처리로도 절대량은 증가할 수 없다는 기존 이론(Tso, 1990; Jeffrey, 1955)과 시험결과를 일치하

지 않았는데 일반적으로 황변기 건조조건에서 건조방법에 따라 외적환경조건이 변화되어 엽중수분의 유지, 탈수진행경과와 황변속도 및 엽온의 변동에 의한 효소의 작용력 차이 등 건조방법에 따른 이들 환경요인들의 미묘한 차이로 추정되나 보다 세밀한 연구검토가 있어야 할 것이다.

건조방법에 따른 비휘발성 유기산 함량을 착엽 위치별로 조사한 결과는 표 2와 같다. 전체적으로 비휘발성 유기산 함량은 성분 및 착엽위치에 따라 차이가 있어 일정한 경향은 없었으나 Cyclic건조엽이 관행건조엽에 비해 Citric 함량은 감소되고 Malic Acid 함량은 증가되었으며 그 외 성분들은 대등한 함량을 보였다. 성분별로는 양 건조법 모두 Malic acid 함량이 가장 높았고 Oxalic, Citric, Succinic, Fumaric acid함량 순이었고 착엽위치별로는 전체적으로 하엽이 가장 높고 상엽 > 중엽 = 본엽 순으로 나타나 상, 하엽에서 높고 중, 본엽의 함량은 낮았다. 일담배중의 유기산은 유리상태나 염의 상태로 존재하며(Davis, 1976), 그 중 대부분은 K, Ca, Mg염의 상태로 존재하고 유기산염의 열분해산물은 깍연시 담배의 맛 향기 및 pH에 작용하여 품질에 영향을 미치는 것으로 보고되고 있다(Tso, 1990; Davis, 1976). 이들 유기산중 Oxalic Acid는 품질과 정의 상관(Tso와 Gori, 1975) 또는 부의 상관(Bruckner, 1936)으로 품질에 미치는 영향이 명확히 구명되어 있지 않으나, Citric Acid는 연소시 신랄한 맛을 내어 품질을 저하시키는 인자

Table 1. Comparison of chemical components of cured leaves at different curing method

Curing method	Stalk position	Nicotine	-----(-)-----			
			Reducing sugar	Total nitrogen	Ether extract	
Conventional curing	Lugs	1.20	13.5	1.08	5.6	
	Cutters	1.39	16.0	1.38	6.5	
	Leaf	1.56	21.7	1.41	6.6	
	Tips	2.67	12.5	1.71	7.8	
Cyclic curing	Lugs	1.22	14.5	1.12	6.1	
	Cutters	1.88	20.1	1.31	6.9	
	Leaf	1.93	21.8	1.59	7.1	
	Tips	2.87	13.9	1.89	7.3	

Table 2. Effect of cyclic curing method on nonvolatile organic acids contents of cured leaves

Curing method	Stalk position	Oxalic	Citric	Myristic	Succinic	Fumaric
------(mg/g)-----						
Conventional curing	Lugs	17.1	7.83	28.1	0.36	0.24
	Cutters	15.6	5.60	20.8	0.31	0.16
	Leaf	15.4	4.26	21.0	0.34	0.17
	Tips	24.4	7.23	13.1	0.26	0.16
Cyclic curing	Lugs	19.7	8.49	30.4	0.37	0.20
	Cutters	16.8	4.72	26.2	0.32	0.15
	Leaf	15.9	3.95	20.1	0.30	0.17
	Tips	20.2	7.20	27.5	0.31	0.18

로 작용(Tso와 Gori, 1975; Bruckner, 1936) 하는 것으로 알려져있다. 장(1993)이 논, 밭담배의 비교 시험에서 논담배의 유기산함량이 밭담배에 비해 높았던 사실과 관련하여 유기산 자체가 품질저하 요인이었다고 추정된 사실로 미루어 유기산중 품질에 부의 인자로 작용하는 Citric acid 함량에서 Cyclic건조엽이 관행건조엽에 비해 낮아 유기산중 유해인자의 감소량이 많았음을 알 수 있었다.

엽분별 비휘발성 지방산함량을 조사한 결과는 표 3에서 보는바와 같이, Cyclic건조엽이 관행건조에 비하여 Linolenic Acid를 비롯한 모든 비휘발성 지방산함량에서 증가하여 건조조건에 영향을 받는 것으로 나타났다. 엽분별 함량에서는 일정한 경향이 없었으나 전체적으로 지방산함량은 하엽에서

가장 낮았고 중엽, 본엽, 상엽순으로 나타나 상위 엽일수록 함량이 높았고 Tso와 Tamer(1963) 및 Court와 Hendel(1989)의 착엽 위치간 지방산 함량 분석결과와 대체로 일치하였다. 성분별로는 양 건조법 모두 Linolenic acid 함량이 가장 높았고 Linoleic, Stearic, Oleic, Eicosanoic, Myristic acid 함량 순이었다. 지방산 함량은 주로 광, 온도 및 건조조건 등에 의해 영향을 받는 것으로 보고 되어 있으며 (Tso와 Hilda, 1970; Wilkinson와 Kasperbauer, 1980), 담배연기의 맛과 향에 관여하여 품질에 영향을 주는 성분으로 인식되고 있음에 비추어 본시험에서 Cyclic건조엽이 관행건조엽에 비해 이들 지방산 함량에서 모두 증가한 것은 향 키크미면에서의 품질향상을 가져온 것으로 판단된다.

Table 3. Effect of cyclic curing method on higher fatty acids contents of cured leaves

Curing method	Stalk position	Myristic	Oleic	Linoleic	Linolenic	Stearic	Eicosnoic
Conventional curing	Lugs	0.14	0.64	1.43	4.55	0.84	0.34
	Cutters	0.22	0.73	2.41	8.07	1.16	0.36
	Leaf	0.20	0.68	2.61	8.63	1.56	0.49
	Tips	0.22	0.91	2.48	8.65	1.49	0.52
Cyclic curing	Lugs	0.12	0.88	2.42	8.10	0.90	0.40
	Cutters	0.21	0.92	2.45	8.03	1.26	0.40
	Leaf	0.26	1.21	2.49	8.82	1.46	0.53
	Tips	0.28	0.93	2.68	8.85	1.62	0.48

향각미에 주요한 영향을 미치는 정유성분을 분석한 결과는 표 4와 같다. 정유성분은 건조방법 및 엽분별로 모두 22종을 분석하였고 이중 향각미와 밀접한 관련이 있는 solanone, damascenone, damascone, β -Ionone 및 megastigmatrienon isomer 등의 함량과 그 외 작용기작이 분명치 않은 타 정유성분함량에서도 Cyclic건조엽이 관행건조엽에 비해 상대적으로 모두 높았으며, 엽분간에는 본엽보다 중엽에서 이와 같은 경향이 현저하였다. 정유성

분별로는 neophytadiene함량이 가장 높았고 다음으로 solanone > damascenone > megastigmatrienone isomer > fufural > benzyl alcohol > furfuryl alcohol순이었고 이와 같은 성분간 함량 차는 Matsushima 등(1980)의 결과와 유사하였다. 정유성분은 종류는 많으나 함량은 적으며, 담배의 향기에 관여하는 이들 성분중 상당량은 terpenoid 또는 amadori 화합물이 건조나 숙성시 산화적인 분해로 인해 생성되는 것으로 알려져 있고(Weeks, 1985;

Table 4. Effect of cyclic curing method on essential oil contents of cured leaves

Chemical compound	Cutters		Leaf	
	Conventional	Cyclic	Conventional	Cyclic
(Area/ISTD area)				
Furfural	68.39	133.88	162.32	157.82
Furfuryl alcohol	13.85	38.34	48.20	48.43
Benzylaldehyde	5.66	7.87	10.34	9.11
5-Methyl-2-furfuryl	3.00	8.44	6.55	7.84
2,2,6-Trimethyl cyclohexane	0.97	1.53	2.09	2.09
Benzyl alcohol	44.51	87.01	181.67	176.53
Phenyl acetaldehyde	16.51	36.83	37.72	46.57
Linalool oxide	4.15	8.07	7.44	8.47
Acetyl pyrrole	0.71	1.07	1.80	1.59
Octanol	14.89	23.82	32.23	34.27
Linalool	6.12	9.78	13.63	14.45
2-Phenethyl alcohol	7.41	18.99	41.21	39.03
Solanone	257.74	302.12	323.70	300.87
Damascenone	130.21	179.77	156.07	171.46
Damascone	37.48	49.21	50.33	57.61
β -Ionone	26.28	30.55	28.43	27.08
Megastigmatrienone isomer	71.14	99.20	89.21	102.53
Neophytadiene	5,289.08	6,728.42	4,576.94	5,792.85
n-Pentacosane	3.52	19.18	45.61	43.73
n-Hezacosane	1.23	15.52	46.40	44.05
n-Heptacosane	8.72	29.45	61.70	59.16
n-Octacosane	0.76	15.81	48.53	46.36

Note : The samples are the cured leaves which were hanged in the bottom tier of curing barn.

Table 5. Chemical components in smoking test of cigarette at different curing method

Curing method	CO	TPM	Tar (mg/cig)	CO ₂	Puff No.
Conventional	18.72	24.19	22.51	50.53	10.7
Cyclic curing	16.75	21.64	20.06	46.48	10.6

* Total particulate matter

Robert et al, 1976) 연소시 증류되어 향기미를 증진시키는 작용을 하며, 특히 solanone, damascenone, damascone, β -Ionone 등은 기미를 양호하게 하여 성분함량이 높을수록 품질이 양호한 것으로 밝혀지고 있다(Weeks, 1985; Robert 등, 1976; Matsushima와 Ishiguro, 1980). 따라서 cyclic건조엽이 이들 정유성분들의 함량에서 관행건조엽에 비해 높게 나타난 것은 황변기 cyclic curing의 효과가 인정되는 것으로 고찰된다.

퀵련의 연기성분을 분석한 결과(표5), 각연시 저해요소로 작용하는 CO를 비롯한 모든 성분들의 함량은 cyclic건조엽이 관행건조엽에 비하여 감소되는 것으로 나타났다. 동일품종을 동일한 방법으로 제조한 퀵련의 연기성분 비교에서 cyclic건조엽이 이들 저해요소의 함량이 낮게 나타난 것은 건조엽의 기미향상에 cyclic건조의 효과를 간접적으로 인정할 수 있을 것으로 생각되나, 김등(1995)은 담배의 연기성분은 품종, 팽화여부, 판상엽배합, 필터에 의한 여과, 첨가제 등과 퀵련의 흡수량, 충전 밀도와 무게, 길이와 각폭, 퀵련지, 필터의 종류 등 물리적 요인 등이 복합적으로 작용한다고 하므로 지속적인 연구 검토가 있어야 할 것이다.

결 론

황색종 잎담배 건조과정에서 황변기의 습구온도를 변동시킨 cyclic건조법을 개발하여 잎담배 품질 관련 요소인 건조엽의 화학성분 함량변화를 조사하기 위해 관행 벌크건조기와 동시 비교 시험한 결과는 다음과 같다. 건조방법에 따른 건조엽의 내용성분은 엽분별로 다소 차이가 있었으나 cyclic건조엽이 관행 벌크건조엽에 비해 니코틴과 당함량에서 다소 증가하였고 전질소와 에테르추출물은

대등한 함량을 나타내었다. 비휘발성 유기산함량에서 연소시의 저해성분으로 알려진 citric acid함량은 cyclic건조엽이 감소하였던 반면 malic acid함량은 증가되었으며, 그 외 성분들은 대등하였다. 건조조건에 영향을 받은 물질로 알려진 비휘발성 지방산은 황변기 cyclic건조엽이 linolenic acid를 비롯한 모든 지방산 함량에서 증가하였다. 향기미와 관련된 정유성분인 solanone, damascenone, damascone, β -Ionone 및 megastigmatrienone isomer 등의 함량이 cyclic건조엽이 관행건조엽에 비해 모두 높았으며, 이러한 경향은 본엽보다 중엽에서 현저하였다. 퀵련의 연기성분에서도 각연시 저해요소로 알려진 CO를 비롯한 모든 성분들의 함량에서 cyclic건조엽이 관행벌크건조엽에 비해 낮았다.

참 고 문 헌

- 김천석, 안기영, 김기환 (1995) 퀵련의 형태와 물리성 변화에 의한 연소성, 흡인저항 및 연기성분의 변화. *한국연초학회지* 17; 170-176.
- 장기철 (1993) 토양이 황색종 잎담배의 품질에 미치는 영향. 경북대학교 박사학위논문 p.36-44.
- 한국담배인삼공사 (1997) 잎담배생산지침. p.32-33.
- Araiba, K. and N. Honda (1976) Studies on the contents of micro metal elements in flue-cured tobacco leaves. *Okayama Tabako Shikengo Hokoku* 36; 33-41.
- Bruckner, H.(1936) The chemical determination of tobacco quality. Paul parey, Berlin, p.296-300
- 千葉聖一(1983) 黄色種 乾燥中の葉温について. 葉たばこ研究 92; 30-37.
- Court, W. A. and J. G. Hendel (1989) Nonvolatile organic acid of flue-cured tobacco as affected

- by production practices. *Tob. Sci.* 33: 91-95.
- Davis, D. L. (1976) Waxes and lipids in leaf and their relationship to smoking quality and aroma. *Recent Adv. Tob. Sci.* 2: 80-111.
- Jeffrey, R. N. and T. C. Tso (1955) Qualitative difference in the alkaloid fraction of cured tobacco. *Agric. Food Chem.* 3: 680-682.
- Matsushima, S. and S. Ishiguro (1980) Relationship between composition of tobacco essential oil and its aroma. *Nipon Nogeikagaku kaishi.* 54: 1027-1035.
- Mohapatra, S. C. and W. H. Johnson (1980) Post harvest physiology of bright leaf tobacco. I. Comparative biochemical changes during the yellowing and drying phases of curing. *Tob. Sci.* 24: 37-39.
- 西中良照 (1983) 黄色種Bulk乾燥後の循環風量とたばこ香嗅味. 葉たばこ研究 92: 11-17
- Norio, K. K., Massaki and G. Kenji(1994) Cyclic change of wet bulb temperature during yellowing of flue-cured tobacco. *Leaf Tobacco Res. Lab. Rept. Bull.* 4: 43-66.
- 亡月芳男等 (1965) 黄色種火力乾燥における熱收支及びこれに關聯する諸調査. 葉たばこ研究 6: 62-66.
- 小川寛, 平田克彦 (1982) Americaにおける黄色種乾燥法について. 葉たばこ研究 89: 24-28.
- 大堀和信 (1980) 黄色種の乾燥條件と香嗅味. 葉たばこ研究 83: 151-157
- Robert, A. L., C. W. Miller, C. L. Robert, J. A. Dickerson, N. H. Nelson, C. E. Rix and P. H. Ayers (1976) Flue-cured tobacco flavour. I. Essence and essential oil components. *Tob. Sci.* 20: 40-48.
- Seok, Y. S. and Hwang, K. J. (1992) Studies on the chemical components by curing condition of flue-cured tobacco leaves. *J. Kor. Soc. Tob. Sci.* 14: 48-56.
- 佐佐木幹夫(1980) 乾燥の現状と問題點. 葉たばこ研究 92: 2-10.
- Tso, T. C. (1990) Production, Physiology, and biochemistry of tobacco plant. IDEALS, Inc., Beltsville, Maryland, USA. p.75-634.
- Tso, T. and G. B. Gori (1975) Leaf quality and usability, theoretical model. I. Beitr. *Tabakforsch* 8: 167-173.
- Tso, T. C and Hilda Chu (1970) Effect of growth, senescence and curing on fatty acid composition of tobacco. *Agron, J.* 62: 512-514.
- Tso, T. C. and Tamer Sorokin (1963) Sugar and organic acid contents in tobacco plants. *Tob. Sci.* 7: 7-11.
- Weeks, W. W. (1985) Chemistry of tobacco constituents influencing flavor and aroma. *Recent Adv. Tob. Sci.* 11: 175-200.
- Wilkinson, R. E, and M. J. Kasperbauer (1980) Effect of light and temperature on epicular fatty acid and fatty alcohol of tobacco. *Phytochem.* 19: 1379-1383.