

## 버어리종 잎담배 순지르기 시기와 수확시기에 따른 질소화합물의 변화

장수원\* · 김재현\* · 박창진\* · 김윤하\*\* · 이인중\*\*<sup>†</sup>

\*케이티앤지연구원 기술연구소, \*\*경북대학교 농업생명과학대학

### Changes of Nitrogenous Compound According to the Topping Stage and Harvesting Time in Burley Tobacco(*Nicotiana tobacum* L.)

Soo-Won Jang\*, Jae-Hyun Kim\*, Chang-Jin Park\*, Yoon-Ha Kim\*\*, and In-Jung Lee\*\*<sup>†</sup>

\*Technology Research Group, KT&G Research Institute, Daejeon, 305-805, Korea

\*\*School of Applied Bioscience, Kyungpook National University, Daegu 702-701, Korea

**ABSTRACT** A large amount of nitrogenous compounds are found in burley tobacco and are responsible for peculiar aroma during smoking. Excess in nitrogen or its compounds such as total nitrogen and proteins in burley tobacco gives a strong pungency and make its taste bad. The present study has focused on improving quality of Burley tobacco by regulating topping and harvesting time of leaf to reduce nitrogen compounds in Burley tobacco. In addition, the early-stage of flower topping had lower level of nitrogenous compound, such as total nitrogen and protein nitrogen, and total tobacco-specific nitrosamine (TSNA) contents compared to the button-stage and full flower-stage topping. Also, the contents of nicotine got significantly decreased while the ether extract was increased as the period of topping got delayed. Regarding the brightness among the colors of cured leaves, the color at the full flower-stage topping was the brightest, and there was no particular difference in red and yellow colors. The harvesting amount was decreased as the period of topping got delayed and there was no significant difference between the topping treatments in terms of the exterior quality. As the harvesting time delayed, the total nitrogen, protein nitrogen, nitrate nitrogen, and ammonium nitrogen were decreased while the nicotine contents got increased. Also, the total TSNA contents were decreased as the harvesting time delayed. However, ether extract was increased. Among the colors of cured leaves, the brightness and degree of yellow color were significantly increased as the harvesting time delayed, and there was no particular difference in the degree of red color. The harvesting amount was decreased along with the delayed harvesting time; however, the harvest of the matured and mellow

leaves was higher in terms of price, compared to that of the immature leaves. For the reduction of nitrogenous compound and TSNA contents in Burley tobacco, the harvest of the mellow leaves after the full flower-stage topping was examined to be more effective in terms of improvement in chemical contents and quality regardless of the decreased harvesting amount.

**Keywords** : tobacco, topping stage, harvesting time, nitrogenous compound, nicotine, ether, yield and price

**질소화합물**은 황색종 잎담배에 비해 버어리종 잎담배에 양적으로 많이 함유되었으며, 잎담배 생육과 건조엽 품질에 영향을 미치는 가장 중요한 원소이다(Salmon, 1967; San Valentin *et al.*, 1978). 제품담배의 보충원료로 사용되는 버어리종 잎담배는 전당 함량이 극히 낮으며, 질산태 질소, 암모니아태 질소, 아미노산, 전질소, 가용성 질소 등 질소화합물이 비교적 높은 것이 특징이다(Wilson, 1998; Davis & Nielsen, 1999). 질소화합물은 제품담배의 껍연 강도와 쓴맛에 영향을 미치는데(Shuk, 1953), 일반적으로 버어리종 건조엽의 전질소 함량 적정범위는 2.5~4.0%이며, 니코틴 함량은 3.5~4.0%, 전질소/니코틴 비가 0.9~1.3 범위가 적절한 수준이다(Wilson, 1998). 그러나 국내 버어리종 잎담배는 연초용 복합비료의 과다한 시비, 조기 순지르기 및 조기수확으로 인해 질소화합물이 높은 편으로 완화성 담배원료로서의 사용가치가 떨어지는 실정이다.

순지르기는 개화결실에 소요되는 양분을 잎에 축적시켜 수확엽의 화학성분 총실과 건조엽의 품질향상을 목적으로 개화 전 생장점을 제거하는 것이다. 특히, 순지르기 시기는 수량, 품질 및 화학성분에 영향을 미치므로, 잎담배 생산계

<sup>†</sup>Corresponding author: (Phone) +82-53-950-5708  
(E-mail) ijlee@knu.ac.kr <Received March 17, 2011>

획에 따라 순지르기 방법을 결정하여야 한다. 순지르기 시기는 발뢰시, 발뢰기, 개화시, 개화기, 개화만기로 구분된다 (Collins & Hawks, 1993). 순지르기 시기가 빠를수록 건조엽의 니코틴과 전질소 함량 및 담배 제품 연기 중의 타르와 니코틴 함량이 증가하며 (Elliot, 1975; Akehurst, 1981), 순지르기 시기가 늦어지면 수량, 상업의 장폭, 니코틴 함량이 감소하기 때문에 수량과 화학성분을 충족하기 위해서는 적절한 순지르기 시기가 요구된다 (Peedin *et al.*, 1993).

수확시기는 건조엽의 화학성분 및 이용성 향상에 중요한 영향을 미치므로, 수확엽의 화학성분, 효소의 활성도, 세포 활력, 수분 등이 최상의 상태일 때 수확하여야 한다 (Weybrew *et al.*, 1984). 수확시기는 숙도와 밀접한 관계가 있으며, 미농무성에서는 잎담배 숙도를 완전미숙, 미숙, 적숙, 완숙, 과숙 5개 수확시기로 구분하고 있다 (U.S. Depart. Agr. Agr. Marketing Service. Tobacco Division, 1989). 미숙엽 상태에서 수확시기가 지연될수록 전질소, 질산태 질소, 암모니아태 질소, 단백질 질소 등 질소화합물이 감소하며 (Noguchi *et al.*, 1964), 모든 엽분에서 수확시기가 늦어질수록 니코틴 함량은 증가하나, 엽록소 및 전질소 함량은 감소한다 (Terrill, 1974). 따라서 본 연구는 잎담배 순지르기 시기와 수확시기에 따른 건조엽의 질소화합물 변화와 품질특성을 구명하여 버어리종 질소화합물 저감 및 이용성 향상을 위한 재배법 정립 자료로 활용하고자 본 시험을 수행하였다.

## 재료 및 방법

본 연구는 버어리종 담배 (*Nicotinana tabacum* L. cv. KB108)를 이용하여 2009년 케이티앤지연구원 기술연구소에서 실시하였다. 담배 묘 이식은 4월 13일에 실시하였으며, 시비량은 10a 당 퇴비 640 kg에 연초용 복합비료 (N-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-K<sub>2</sub>O : 13-5-25) 180 kg를 전량기비로 시비하였다. 재식거리는 120 × 40 cm으로 하였으며, 재배형은 절충멀칭 (Open pit mulching)으로 하였다. 기타 재배-건조방법은 케이티앤지 버어리종 담

배 표준재배법에 준하였다.

순지르기 시기 시험은 발뢰기, 개화시, 개화기에 치엽 2매 정도의 깊이로 동일하게 절단하였으며, 본엽 적숙엽을 수확한 후 건조 완료엽을 분석시료로 사용하였다. 시험구는 구당 88주(4휴 × 22)로, 난괴법 3반복으로 배치하였다. 수확시기 시험 처리는 이식 후 72일 (Immature), 82일 (Mature), 92일 (Mellow)에 본엽을 수확-건조하여 건조 완료엽을 분석시료로 사용하였다. 순지르기는 개화시에 치엽 2매 정도의 깊이로 동일하게 절단하였으며, 시험구는 구당 88주(4휴 × 22)로, 난괴법 3반복으로 배치하였다.

잎담배 화학성분 분석은 담배성분분석법 (KT&G Research Institute, 1991)에 준하였다. 전질소는 CNS analyzer (CNS2000, Leco, USA), 단백질 질소는 Kjeldahl analyzer (Kjeltec 2300, Foss Co., Sweden) 측정하였다. 질산태 질소, 암모니아태 질소 및 니코틴은 Autoanalyzer (Autoanalyzer II, Bran+Luebbe Co., Germany)로 측정하였고, 에테르추출물은 Soxhlet 추출법으로 분석하였다. 개별 TSNA는 시료 0.2 g을 취하여 50 ml 삼각플라스크에 넣고 내부표준물질 200 µl와 100 mM ammonium acetate 25 ml를 첨가한 후 60분간 교반하여 0.45 µm PTFE 필터로 여과한 다음 liquid chromatograph mass spectrometry (LCQ deca xp plus, Finnigan Co., USA)로 분석하였다. 건조엽의 색상은 색도계 (CR-200, Minolta Co., Japan)를 이용하여 엽 중앙부분을 측정 후 Hunter value로 L(명도, lightness), a(적색도, redness), b(황색도, yellowness) 값을 표기하였다. 데이터의 통계분석은 SPSS 프로그램을 이용하여 5% 유의수준에서 Duncan's multiple range test로 각각의 변수에 대한 영향을 분석하였다.

## 결과 및 고찰

순지르기 시기에 따른 질소화합물과 일반화학성분 변화는 Table 1과 같다. 전질소, 단백질 질소, 질산태 질소, 암모니아태 질소 모든 질소화합물은 발뢰기 순지르기와 개화시 순지르

**Table 1.** Effect of topping stage on the nitrogenous compound and chemical component content in burley tobacco.

Topping stage	Nitrogen compound (%)				Nicotine (%)	T-N/Nicotine ratio	Cl (%)	Ether ext. (%)
	T-N <sup>z</sup>	P-N <sup>y</sup>	NO <sub>3</sub>	NH <sub>4</sub>				
Button stage	3.90a <sup>x</sup>	1.61a	0.26a	0.24a	4.53a	0.86b	0.14a	6.82b
Early flower stage	3.82a	1.58a	0.24a	0.24a	4.25b	0.89ab	0.15a	6.75b
Full flower stage	3.69b	1.53b	0.21b	0.21a	4.06c	0.91a	0.14a	7.18a

<sup>z</sup>Total nitrogen

<sup>y</sup>Protein nitrogen

<sup>x</sup>Mean separation within columns by Duncan's multiple range test as  $P = 0.05$

기에 높았고, 개화기 순지르기에서 가장 낮은 것으로 조사되어, 순지르기 시기가 늦어질수록 질소화합물이 감소하였다. 특히, 자극성과 관련 있는 단백질 질소 함량은 개화기 순지르기에 가장 낮았는데, 발되기 순지르기와 개화시 순지르기에 비해 1.8~5.2% 정도 감소하였다. 전질소 중 단백질 질소의 비율은 41.2~41.6% 정도로, 기타 질소화합물에 비해 높은 편이었다.

니코틴 함량은 발되기 순지르기 > 개화시 순지르기 > 개화기 순지르기 순으로, 발되기 순지르기에 비해 순지르기 시기가 늦어질수록 6.8~11.5% 정도 감소하였다. 전질소/니코틴 비는 순지르기 시기가 늦어질수록 높았고, 염소 함량은 모든 순지르기 시기 처리 간 유의적인 차이가 없었으며, 에테르추출물은 순지르기 시기가 늦어질수록 증가하였다. Chaplin(1980)과 Davis & Nielsen(1999)은 순지르기 시기가 늦어질수록 전질소와 니코틴 함량이 감소하고, 에테르추출물은 증가하며, Gup-ton(1982)은 개화기 순지르기가 개화시 순지르기에 비해 단백질 질소와 니코틴 함량이 10~11% 정도 감소한다고 보고하였다.

순지르기 시기에 따른 개별 Tobacco-specific nitrosamine (TSNA) 함량과 총 TSNA 함량 변화는 Table 2와 같다. *N*-nitrosonornicotine(NNN) 함량은 개화시 순지르기 > 발되기 순지르기 > 개화기 순지르기 순이며, 4-(methylnitrosamino)-1-(3-pyridyl)-1-butanone(NNK) 함량은 발되기 순지르기와 개화기 순지르기가 비슷하였으나, 개화시 순지르기가 가장 낮았다. *N*-nitrosoantabine(NAT)와 *N*-nitrosoanabasine(NAB) 함량은 순지르기 처리 간 유의적인 차이가 없었다. 개별 TSNA

함량 중 NNN과 NAT가 90% 이상이며, NNK와 NAB는 상대적으로 차지하는 비율이 낮았다. 총 TSNA 함량은 개화기 순지르기가 발되기 순지르기와 개화시 순지르기에 비해 6.4~6.8% 정도 낮아, 순지르기 시기가 늦어질수록 감소하였다.

순지르기 시기에 따른 건조엽 색상, 수량 및 외관품질은 Table 3과 같다. 순지르기 시기가 늦어질수록 명도는 유의적인 수준으로 증가하나, 적색도와 황색도는 특별한 차이가 없었다. 특히, 명도는 개화시 순지르기가 발되기과 개화시 순지르기에 비해 3.9% 정도 증가하였다. 제맥엽 수율과 연관이 있는 주맥비율은 순지르기 처리 간 유의적인 차이가 없었고, 10a 당 수량은 발되기 순지르기 > 개화시 순지르기 > 개화기 순지르기 순으로, 발되기 순지르기에 비해 순지르기 시기가 늦어질수록 8.9~11.8% 정도 감소하였으며, 가격은 순지르기 처리 간 비슷하였다.

Collins & Hawks(1993), Fisher *et al.*(2009)는 순지르기 시기가 늦어질수록 수량이 감소한다는 연구결과와 유사하였으나, 외관품질이 감소한다는 결과와는 일치하지 않았다.

수확시기에 따른 질소화합물과 일반화학성분 변화는 Table 4와 같다. 수확시기 늦을수록 질소화합물인 전질소, 단백질 질소, 질산태 질소, 암모니아 질소가 감소하였다. 특히, 자극성과 관련 있는 단백질 질소는 과숙엽 수확이 미숙엽과 적숙엽 수확에 비해 4.7~16.2% 정도 낮아, 수확시기가 늦어질수록 감소하는 경향이였다. 니코틴 함량은 과숙엽 수확 > 적숙엽 수확 > 미숙엽 수확 순으로, 미숙엽 수확에 비해 적숙엽과 과숙엽 수확이 45.8~59.3% 정도 높아, 수확시기가 늦어질수록 증가

**Table 2.** Effect of topping stage on the TSNA content in burley tobacco.

Topping stage	Individual TSNA (µg/g)				Total TSNAs (µg/g)
	NNN	NNK	NAT	NAB	
Button stage	1.02b <sup>z</sup>	0.18a	1.09a	0.04a	2.33a
Early flower stage	1.09a	0.15b	1.04a	0.03a	2.31a
Full flower stage	0.91c	0.18a	1.05a	0.04a	2.18b

<sup>z</sup>Mean separation within columns by Duncan's multiple range test as  $P = 0.05$

**Table 3.** Effect of topping stage on the cured leaf color, yield and price in burley tobacco.

Topping stage	Hunter value <sup>z</sup>			Midrib ratio (%)	Yield (kg/10a)	Price (won/kg)
	L	a	b			
Button stage	43.4b <sup>y</sup>	14.4a	24.7a	37.13a	92.5	7,559
Early flower stage	43.4b	14.4a	26.8a	38.40a	84.9	7,591
Full flower stage	44.6a	13.4a	26.9a	38.26a	82.7	7,506

<sup>z</sup>L, 0(dark)~100(light); a, -60(green)~+60(red); b, -60(blue)~+60(yellow).

<sup>y</sup>Mean separation within columns by Duncan's multiple range test as  $P = 0.05$

**Table 4.** Effect of harvesting time on the nitrogenous compound and chemical component content in burley tobacco.

Harvesting time	Nitrogenous compound (%)				Nicotine (%)	T-N/Nicotine ratio	Cl (%)	Ether ext. (%)
	T-N <sup>z</sup>	P-N <sup>y</sup>	NO <sub>3</sub>	NH <sub>4</sub>				
Immature	4.72a <sup>x</sup>	1.72a	0.61a	0.64a	2.90c	1.62a	0.13b	5.80b
Mature	3.66b	1.55b	0.37b	0.24b	4.23b	0.86b	0.16a	6.18b
Mellow	3.36c	1.48c	0.23c	0.17c	4.62a	0.73c	0.17a	7.04a

<sup>z</sup>Total nitrogen<sup>y</sup>Protein nitrogen<sup>x</sup>Mean separation within columns by Duncan's multiple range test as  $P = 0.05$ **Table 5.** Effect of harvesting time on the TSNA content in burley tobacco.

Harvesting time	Individual TSNA (μg/g)				Total TSNA (μg/g)
	NNN	NNK	NAT	NAB	
Immature	1.24a <sup>z</sup>	0.28a	1.20a	0.04a	2.78a
Mature	0.72b	0.13b	0.68b	0.02b	1.55b
Mellow	0.52c	0.05c	0.44c	0.02b	1.03c

<sup>z</sup>Mean separation within columns by Duncan's multiple range test as  $P = 0.05$ **Table 6.** Effect of harvesting time on the cured leaf color, yield and price in burley tobacco.

Harvesting time	Hunter value <sup>z</sup>			Midrib ratio (%)	Yield (kg/10a)	Price (won/kg)
	L	a	b			
Immature	42.4c <sup>y</sup>	15.0a	27.0b	38.3a	71.95	7,144
Mature	43.6b	14.8a	28.8ab	37.7a	69.78	7,685
Ripe	46.1a	14.4a	30.2a	37.7a	56.41	7,425

<sup>z</sup>L, 0(dark)-100(light); a, -60(green)-+60(red); b, -60(blue)-+60(yellow).<sup>y</sup>Mean separation within columns by Duncan's multiple range test as  $P = 0.05$ 

하였다. 전질소/니코틴 비는 미숙엽 수확 > 적숙엽 수확 > 과숙엽 수확 순으로 수확시기가 늦어질수록 낮았고, 염소 함량은 수확시기 처리 간 유의적인 차이가 없으며, 에틸추출물은 수확시기가 늦어질수록 6.5-21.3% 정도 증가하였다. Gupton(1982)은 과숙엽 수확이 적숙엽 수확에 비해 단백질 질소 함량이 47% 정도 감소하며, Walker(1968)는 후, 박엽 모두 수확시기가 늦어질수록 클로로필 함량과 전질소 함량은 감소하나, 니코틴 함량 및 정유성분은 특별한 경향이 없다고 하였다.

수확시기 시기에 따른 개별 TSNA 함량과 총 TSNA 함량 변화는 Table 5와 같다. 개별 TSNA인 NNN, NNK, NAT, NAB 함량 모두 미숙엽 수확 > 적숙엽 수확 > 과숙엽 수확 순으로, 수확시기가 늦어질수록 유의적인 수준으로 감소하였다. 개별 TSNA 중 NNN과 NNK가 차지하는 비율이 NAT와 NAB에 비해 상대적으로 높았다. 총 TSNA 함량도 미숙엽 수확 > 적숙엽 수확 > 과숙엽 수확 순으로, 수확시기가 늦어질수록 유의적인 수준으로 감소하였고, 미숙엽 수확이 적숙

엽과 과숙엽 수확에 비해 79.3~169% 정도 높은 수준이었다.

수확시기에 따른 건조엽의 색생, 수량 및 외관품질은 Table 6과 같다. 수확시기가 늦어질수록 명도와 황색도는 유의적인 수준으로 증가하였다. 명도는 과숙엽 수확 > 적숙엽 수확 > 미숙엽 수확 순으로, 미숙엽 수확에 비해 수확시기가 늦어질수록 2.8~8.7% 정도 증가하였다. 적색도는 수확시기 처리 간 특별한 차이가 없었고, 황색도는 미숙엽 수확에 비해 적숙엽과 과숙엽 수확이 6.6~11.8% 정도 증가하여, 수확시기가 늦어질수록 증가하였다. Walker(1964)는 수확시기가 늦어질수록 황색 색소 물질 발현으로 인해 명도와 황색도가 증가한다는 연구결과와는 일치하나, 적색도가 감소한다는 연구결과와는 다소 차이가 있었다.

주맥비율은 수확시기 처리 간 유의적인 차이가 없었으며, 10a 당 수량은 미숙엽 수확 > 적숙엽 수확 > 과숙엽 수확 순으로, 미숙엽 수확이 적숙엽과 과숙엽 수확에 비해 수량이 3.1~27.5% 정도 높아, 수확시기가 늦어질수록 감소하는

경향이였다. 가격은 적숙엽 수확 > 과숙엽 수확 > 미숙엽 수확 순으로 미숙엽에 비해 적숙엽과 과숙엽이 3.9~7.5% 높은 경향이였다. Gupton(1982)은 적숙엽 수확이 과숙엽 수확에 비해 수량과 외관품질이 3.4% 정도 높다는 연구결과와는 유사하나, 배 등(1992)의 수확시기가 늦을수록 외관품질이 증가한다는 연구결과와는 일치하지 않았다.

이상의 결과에서 순지르기 시기와 수확시기를 조절하여 버어리종 질소화합물 저감을 통한 잎담배 이용성 향상 측면에서 순지르기 시기는 발퇴기와 개화시 순지르기에 비해 개화기 순지르기가 적절한 것으로 판단되며, 수확시기는 미숙엽과 적숙엽 수확에 비해 과숙엽 수확이 효과적일 것으로 생각되어 진다.

## 적 요

버어리종 잎담배 질소화합물 저감 및 이용성 향상을 위해 순지르기 시기(발퇴기, 개화시, 개화기 순지르기)와 수확시기(미숙엽, 적숙엽, 과숙엽 수확)에 따른 건조엽의 질소화합물, 총 TSNA 함량 및 품질특성을 조사한 결과는 다음과 같다.

1. 개화기 순지르기가 발퇴기와 개화시 순지르기에 비해 전 질소, 단백태 질소 등 모든 질소화합물과 총 TSNA 함량이 낮았다. 니코틴 함량은 순지르기 시기가 늦어질수록 유의적인 수준으로 감소하였고, 에텔추출물은 증가하였다.
2. 건조엽의 색상 중 명도는 개화기 순지르기가 가장 높았고, 적색도와 황색도는 특별한 차이가 없었다. 수량은 순지르기 시기가 늦어질수록 감소하였으며, 외관품질은 순지르기 처리 간 큰 차이가 없었다.
3. 수확시기가 늦어질수록 질소화합물인 전질소, 단백태 질소, 질산태 질소, 암모니아태 질소가 감소하였고, 니코틴 함량은 증가하였다. 총 TSNA 함량도 수확시기가 늦어질수록 감소하였고, 에텔추출물은 증가하였다.
4. 건조엽의 색상 중 명도와 황색도는 수확시기가 늦어질수록 유의적인 수준으로 증가하였고, 적색도는 특별한 차이가 없었다. 수량은 수확시기가 늦어질수록 감소하였으나, 가격은 미숙엽 수확에 비해 적숙엽과 과숙엽 수확이 높았다.
5. 버어리종 잎담배 질소화합물 및 TSNA 함량 저감을 위해서는 개화기 순지르기 후 과숙엽 수확이 수량은 감소하나, 화학성분 개선 및 품질향상에 더 효과적인 것으로 조사되었다.

## 인용문헌

Akehurst, B. C. 1981. Tobacco: Tropical agriculture series. 2th

- ed. Longman. London and New York.
- Bae, S. K., H. C. Han, and H. G. Choo. 1992. The studies on harvesting time od stalk cutting in burley tobacco. J. Kor. Soc. Tobacco Sci. 14(2) : 144-150.
- Chaplin, J. R. 1980. Production factors affecting chemical compound of the tobacco leaf. Rec. Adv. Tob. Sci. 6 : 3-63.
- Collins, W. K., and S. N. Hawks, Jr. 1993. Principles of flue cured tobacco production. 1st ed. N.C. State Univ., Raleigh, N.C.
- Davis, D. L., and M. T. Nielsen. 1999. Tobacco production, chemistry and technology. 1st ed. Blackwell Sci. Ltd. Osney mead, Oxford.Uk.
- Elliot, J. M. 1975. The effects of stage of topping flue-cured tobacco on certain properties of the cured leaves and smoke characteristics of cigarettes. Tob. Sci. 19 : 7-9.
- Fisher, L. R., J. A. Priest, and R. G. Parker. 2008. Agronomic management practices affecting tobacco quality, p. 149-154. In: North Carolina coop .Ext. Serv. (eds.). 2008 Flue-cured tobacco guide. N.C. Stat eUniv. Raleigh, N.C.
- Gupton, C. L. 1982. Effect of cultivar, topping date, and harvesting date on certain characteristics of burley tobacco produced on the cumberland plateau in tennessee. Tob. Sci. 25 : 77-80.
- Noguchi, M., K. Yamamoto, and E. Tamaki. 1964. Studied on nitrogen metabolism in tobacco plant. Part V. Changes of the free amino acid composition of tobacco leaves with age. Tob. Sci. 8;8-12.
- Peedin, G. F., W. K. Collins, and P. E. Tonello. 1993. Topping height, lower leaf removal and nitrogen rate management of a non flowering variety. Paper presented at the 35th Tobacco Worker's Conference.
- Salmon, R. C. 1967. Nitrogen and flue-cured tobacco. Tob. Forum. Rhod. 24 : 8-14.
- San Valentin, G. O., W. K. Robertson, J. T. Johnson, and W. W. Weeks. 1978. Effect of slow release fertilizer residues and on yield and composition of flue-cured tobacco. Agron. J. 70(2) : 345-348.
- Shuk, A. A. 1953. The chemistry and technology of tobacco. Pishchepromedadat, Moscow.
- Terrill, T. R. 1974. Influence of harvesting variables. 28th Tobacco Chemists Res. Conf. Recent Adv. Tob. Sci. pp. 50-62.
- U.S. Department of Agriculture. Agricultural Marketing Service. Tobacco Division, 1989. Official standard grades for burley tobacco(U.S. types 11, 12, 13, 14, and foreign type 92). U.S.D.A., Washington, D.C. p. 8.
- Walker, E. K. 1968. Some chemical characteristics of cured leaves of flue-cured tobacco relative to time of harvest, stalk position and chlorophyll content of green leaves. Tob. Sci. 12 : 58-65.
- Weybrew, J. A., W. A. W. Ismail, and R. C. Long. 1984. The cultural management of flue-cured tobacco quality. Tob. Sci. 27 : 56-61.
- Wilson, R. 1998. Production and/or growing different tobacco typr for specific consumer tastes. Brown & Wiliamson., Louisville, K.Y. pp. 1-52.