

## 버어리종 잎담배 건조 환경 개선을 위한 건조실 개발 I. 건조기간중의 미기상 변화

차광호\* · 장수원 · 양진철 · 오경환 · 신승구 · 조천준

KT&G 중앙연구원 생물자원연구소

(2007년 11월 13일 접수)

## Development of curing facility to improve environment for burley curing

### I. Changes in microclimate during air-curing

Kwang-Ho Cha\*, Soo-Won Jang, Jin-Chul Yang, Kyoung-Hwan Oh,  
Seung-Ku Shin and Chun-Joon Jo

Bio-resources Research Group, KT&G Central Research Institute

(Received November 13, 2007)

**ABSTRACT** : This study was carried out to investigate the changes of curing condition on microclimate of temperature, relative humidity during curing process of burley tobacco leaves. The developed facility, ridge opening type was designed to open the central top roof. The air-cured variety, (*N. tabacum* cv KB111) was normally grown at the Eumseong tobacco experimental station in 2007. Mean daily temperature of 3 °C in ridge opening type curing facility was lower than that of conventional, whereas mean daily relative humidity of 12.6 % RH was lower in conventional curing facility for the entire stage of curing. The frequency distribution of optimal air temperature at daytime was higher 37.5 % in ridge opening type curing facility than that of conventional, while that of optimal relative humidity was lower 8.2 %. In the ridge opening type curing facility, the excessive drying leaves were low, however the price per kilogram was high. These results suggest that the new developed curing facility may be applied to improved microclimate inside the curing facility for curing burley.

**Key words** : Burley, curing facility, air curing, microclimate

잎담배 건조의 목적은 좋은 품질의 원료잎담배 생산에 적합한 환경조건을 수확엽에 제공하여 엽 중 유효성분을 유지·향상시키는데 있으며, 이는 주로 건조과정 중 발생하는 화학적·생화학적 변화와 탈수작용에 기인하며, 건조시설안의 온도와

습도에 영향을 받는다(Duncan and Wells, 2007; Walton and Henson 1971; Walton *et al.*, 1973). 김 등(2000)은 건조 방법이 버어리엽의 성분변화에 크게 영향을 미치고, 급격한 탈수와 높은 온도로 인한 급건엽 발생으로 내용성분의 분해, 대사

\*연락저자 : 369-800, 충북음성군 음성읍 신천리 480-3 번지, KT&G 중앙연구원 음성시험장

\*Corresponding author : Eumseong Experimental Station, KT&G Central Institute, 480-3 Sincheon-ri, Eumseong-gun 369-800, Korea (phone : 82-43-872-8647; fax : 82-43-873-1309 ; e-mail : chadori@ktng.com)

버어리종 잎담배 건조 환경 개선을 위한 건조실 개발  
1. 건조기간중의 미기상 변화

가 원활하게 이루어지지 않아 품질악화의 원인으로 작용하고 있다고 하였다. Jeffrey (1946)는 버어리종 건조에 적합한 온·습도 조건을 16~33 °C, 65~70 %, Bunn 등(1968, 1973)은 32 °C, 70 %로 보고하여, 건조기간 동안 온·습도 환경이 내용성분의 변화나 대사 작용에 매우 크게 영향을 미치는 것으로 알려져 있다(Jeffrey, 1940; Enzell, 1977; Burton *et al.*, 1983).

한편, 시설원에 분야에서는 환기팬에 의한 자연 및 강제환기, 차광막 등에 의한 일사량 조절장치, 미스트 발생 등 하우스의 실내 환경을 효율적으로 제어하기 위한 연구 (남 1998; 서 등, 1995; 우 등, 1995; 윤 등, 1998)가 진행되어 실질적인 하우스 내 환경 조절이 이루어지고 있다.

그러나 국내의 버어리종 건조기간인 7월에서 8월은 하우스 내 온도가 적정 실온을 상회하는 고온이고 기존의 건조하우스 형태에선 잎담배 건조를 위한 건조하우스 내 환경을 조절하기란 쉽지 않아 고품질의 원료엽 생산에 적합한 건조실 개발이 절실히 필요한 실정이다.

따라서 본 연구는 기존 관행 하우스의 구조를 변경하여 천창의 환기 시스템을 집목한 규격 건조실을 개발하고, 잎담배 건조 과정 중 미기상 환경을 분석함으로써 버어리종 건조의 기초자료로 활용하고자 수행하였다.

## 재료 및 방법

KB111을 공시품종으로 하여 2007년 2월 7일 부상형 직파하였으며 4월 6~12일에 절충멸칭으로 본포에 이식하였고, 기타 재배관리는 표준재배법에 준하였다. 수확은 적숙엽인 중엽과 본엽을 7월 26일 실시하였으며, 건조방법은 엽편대와 관행 줄말림으로 구분하였는데, 엽편대는 새로 설계된 규격 건조실에서(Fig. 1), 줄말림은 관행건조실(165 m<sup>2</sup>형)에서 각각 실시하였다.

수확된 잎은 엽선하여 엽편대는 120매, 줄말림은 110매씩 조임을 하였고, 중엽과 본엽은 건조실 하단과 상단에 각각 거치시켰으며, 탈출 간격은 20 cm로 하였다.

건엽중의 수분함량변화는 수확 후 건조가 완료될

때까지 건조실 위치별 10매를 매일 오후 1시경 채취 후 중량하여 수확시와의 차이로 표시하였다.

건조실내 미기상은 온·습도 자동 측정 장치(Microlog EC-750)를 상·하단 9개씩 엽편대 사이와 탈출 사이에 각각 설치하여 건조 전 기간 동안 1시간 간격으로 측정하였으며, 급건엽 발생율은 배 등(1986)의 방법으로 조사하였고, 잎담배 색상은 Colorimeter(Minolta AP-300)로 측정하였다.

새로 개발된 규격 건조실은 길이 18 m, 너비 6 m, 높이 3 m로 측광과 천창의 환기시설을 갖추고 있으며 엽편대를 활용한 3열 2단 건조용으로, 발달량은 생엽중 4,300 kg ~ 5,400 kg 정도였다.

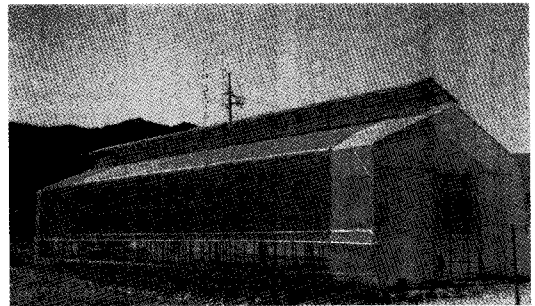


Fig. 1. Appearance of the ridge opening type curing facility.

## 결과 및 고찰

### 건조기간 중 온·습도 변화

수확 후 버어리종 건조기간 동안 온도 변화는 Fig. 2와 같다. 실외의 일평균온도가 24.7 °C일 경우 규격 건조실은 25.9 °C로 일평균온도가 1.2 °C 높았으며, 관행(165 m<sup>2</sup>형) 건조실은 28.9 °C로 일평균온도가 4.2 °C 높았다. 규격 건조실과 관행 건조실의 온도 차이는 3 °C 차이가 있어 새로 개발된 건조실의 온도 하강 효과가 큰 것으로 나타났다. 배 등(1986)은 차광 정도에 따른 건조실의 온도 하강 효과 실험에서 10 % 차광구보다 90 % 차광구에서 온도 하강 효과가 있었지만, 차광재료만으로 완전히 부패엽 발생을 방지할 수 없다고 하였는데 본 연구에서는 기존 차광재료를 유지하면서 건조시설의 개선을 통해 온도 하강 효과를 규명할 수 있었다.

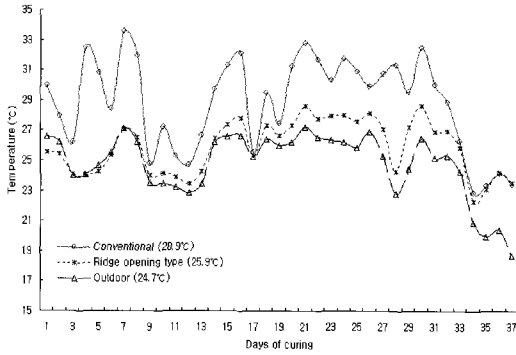


Fig. 2. Changes of mean daily temperature on the curing facility during air curing.

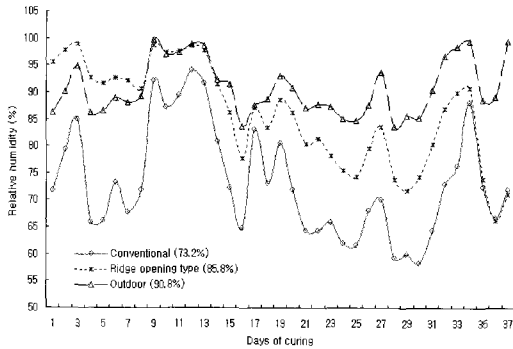


Fig. 3. Changes of mean daily relative humidity on the curing facility during air curing.

한편, 버어리종 건조기간 동안 상대습도 변화는 Fig. 3과 같다. 건조기간 동안 실외의 일평균 상대 습도가 90.8 %일 경우 규격 건조실은 85.8 %로 5 % 정도 낮았으며, 관행 건조실은 73.2 %로 17.6 % 정도 낮게 나타났다. 관행 건조실의 경우 건조 기간 중 일별 상대습도의 편차가 심하게 나타났으며, 규격 건조실에 비해 상대습도가 낮은 경향이 었다. 배 등(1986)은 소규모의 건조상(1.2 × 1.2 × 1.2 m)에서 주·야 온도를 달리 조절하고, 습도를 고정된 후 야간은 휴건 하여 외습을 받도록 처리한 시험에서 버어리종 건조에 있어서 30 ℃에서는 75~80 %의 습도조건이 정상적인 건엽 생장에 적당하다고 하였는데 본 결과와 차이가 나는 것은 건조실의 크기와 발달량의 차이에 기인한 것으로 생각된다.

관행 건조실의 상대습도가 규격 건조실보다 낮은 이유는 온도가 증가함에 따라 습도는 낮아진다는 Duncan과 Walton(1986)의 견해로 볼 때 관행 건조실의 일평균 온도가 상대적으로 높았기 때문으로 생각된다.

#### 주간 건조실내 온·습도 분포

건조시설별 주간의 건조실내 온·습도는 Fig. 4와 같다. 건조시설별 주간의 건조실내 온도는 버어리종 건조의 적온(18~34 ℃)의 분포비율이 규격

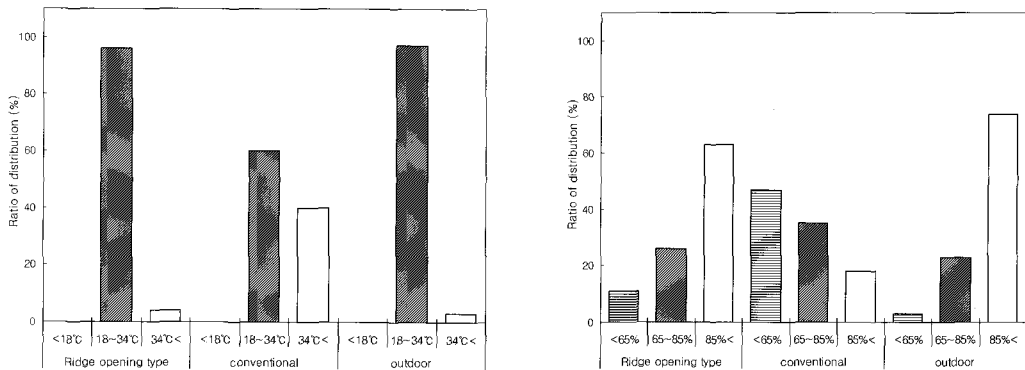


Fig. 4. Percent distribution of mean daily air temperature(left) and relative humidity(right) during daytime in the curing facilities.

## 버어리종 잎담배 건조 환경 개선을 위한 건조실 개발 1. 건조기간중의 미기상 변화

건조실 96 %, 실외 97 %로 거의 일치하였다. 이것은 비닐파이프 건조 하우스 구조적인 측면에서 볼 때 규격 건조실 천창 부위의 왕도리 개도식 도출형 환기구를 통해 건조실내 상단에 위치하는 고온의 공기가 실외로 빠져나가 환기가 원활했기 때문으로 생각되며 Bunn 등(1973)과 김 등(2002)의 결과와 일치하는 경향이였다.

건조시설별 주간의 건조실내 상대습도에서 관행 건조실의 저습(65 % 미만)과 고습(85 % 초과) 분포비율이 각각 50 %, 20 %로 나타났으며, 규격 건조실은 저습 분포비율 10 %를 제외하면 실외 상대습도와 유사한 경향이였다.

규격 건조실의 최적 온도(18~34 ℃) 분포비율은 관행 건조실에 비해 37.5 % 증가하였으며, 최적 상대습도 분포비율은 관행 건조실에 비해 8.2 % 감소하였는데 그 이유는 저습범위가 36.7 % 감소한 대신 고습 분포비율이 44.9 % 증가했기 때문이라고 생각된다.

규격 건조실에서 고습 분포비율이 관행 건조실에 비해 높았던 것은 건조실내 공간용적이 크고 관행 건조실에 비해 수용된 잎담배의 생체량이 많았기 때문이었다. 이러한 결과는 배 등(1998)의 대말린 건조실에서 습도가 높았던 이유와 일치하는 경향이였으며, 김 등(2002)의 온실 내 천창 개방시 온도하강 효과가 컸다는 결과와 일치하는 경향이였다.

### 건조단계별 온·습도 분포

버어리종의 건조 단계별 온습도 분포비율을 조사한 결과는 Fig. 5와 같다. 온도 분포는 황변기의 규격 건조실과 실외는 적은(18~34 ℃) 분포비율이 일치하였으며, 관행 건조실은 적은 분포비율이 74 %, 고온(34 ℃ 초과) 분포비율이 26 %로 규격 건조실에 비해 적은 분포비율은 26 % 낮았고 고온 분포비율은 26 % 높았다. 이 등(2006)은 단동형 강제 환기식 온실에서 온실 내·외부의 온도 분포 차이가 적었다고 하여, 규격건조실의 결과와 유사하였으며 건조실 상단과 하단의 온도 차이는 나타나지 않아 효율적인 건조가 가능할 것으로 생각된다. 갈변기에도 규격 건조실은 황변기와 유사한 경향이였으며, 관행건조실은 황변기에 비해 상단의

적습 분포비율이 3 % 감소하였고, 고습 분포비율이 3 % 증가하였다. 이는 실외의 복사열에 의한 관행건조실의 더운 공기가 환기 되지 못하고 분열이 거치된 상단 부위에 머물러 있기 때문인 것으로 생각된다. 河田 등(1981)은 황변기에 30 ℃, 갈변기에 25 ℃가, 篠原 등(1961)은 24~35 ℃가 버어리종 건조를 위한 최적 온도라고 하여 본 결과와 유사한 경향이였다.

상대습도 분포는 황변기에 규격 건조실의 고습(85 % 초과) 분포비율이 80 %로 관행 건조실 50 %에 비해 30 % 높았던 반면, 저습(65 % 이하) 분포비율은 나타나지 않았다. 갈변기의 경우 황변기와 유사한 경향이였으나, 규격 건조실에서 상단의 저습 분포비율이 황변기에 비해 5 % 증가하였고, 적습(65~85 %) 분포비율이 5 % 감소하였다. 관행 건조실은 상단의 저습 분포비율이 황변기에 비해 13 % 감소하였고, 적습 분포비율과 고습 분포비율이 각각 3 %, 10 % 증가하였다. 이는 갈변기의 실외 상대습도가 황변기에 비해 적습 분포비율이 10 % 정도 낮았고, 고습 분포비율이 6 % 높았던 것에 기인한 것으로 생각된다. Jeffrey (1946)는 16~33 ℃에 65~70 %(RH)가 藤田 (1960)는 18~32 ℃에 65~85 %(RH)가 버어리종 건조를 위한 최적 온·습도 조건이라고 하여 규격 건조실의 건조 미기상과 유사하였으나 규격건조실의 상대습도가 다소 높은 경향이였다.

Duncan 등(2006)은 버어리종 건조 시 상대습도 65~85 %의 범위가 가장 적당하였고, 건조가 경과됨에 따라 상대습도 65 % 미만의 저습 분포비율이 증가하고 65~85 %, 85 % 초과 등의 적·고습 분포비율이 상대적으로 감소한다고 하여 규격건조실의 분포비율과 일치하지 않았는데 이것은 주·야간 온도차에 의해 형성되는 이슬 및 야간의 습한 공기가 발 상단 위에 설계된 천창 부위의 도출형 환기구를 통해 유입된 결과로 해석되며 향후 보완해 나가야 할 것으로 생각된다.

### 탈수율 변화

건조경과에 따른 엽중 탈수율은 Fig. 6과 같다. 엽중 수분 함량은 건조가 진행됨에 따라 계속적인

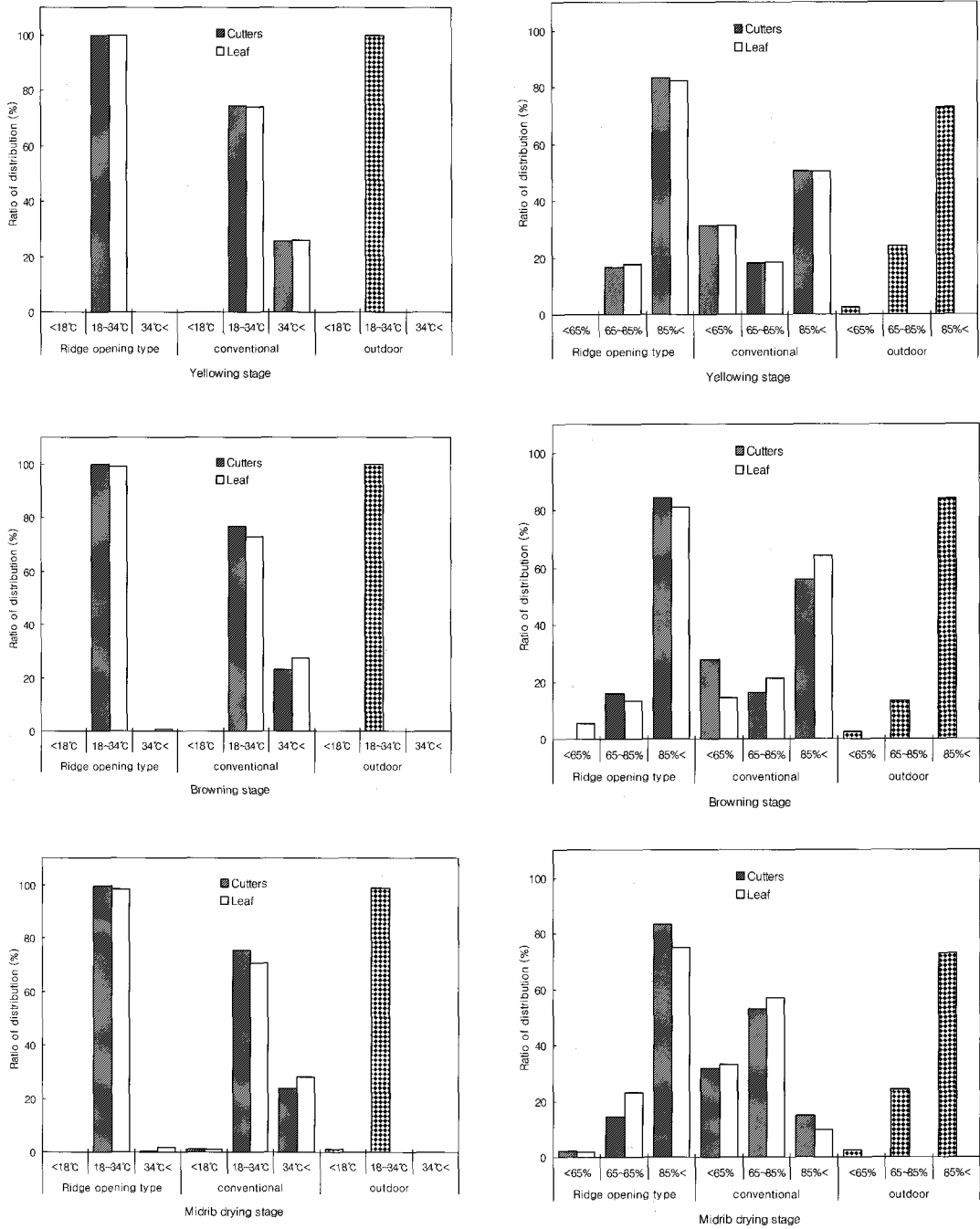


Fig. 5. Percent distribution of mean daily air temperature(left) and relative humidity(right) during air curing stage in the curing facilities.

버어리종 잎담배 건조 환경 개선을 위한 건조실 개발  
 1. 건조기간중의 미기상 변화

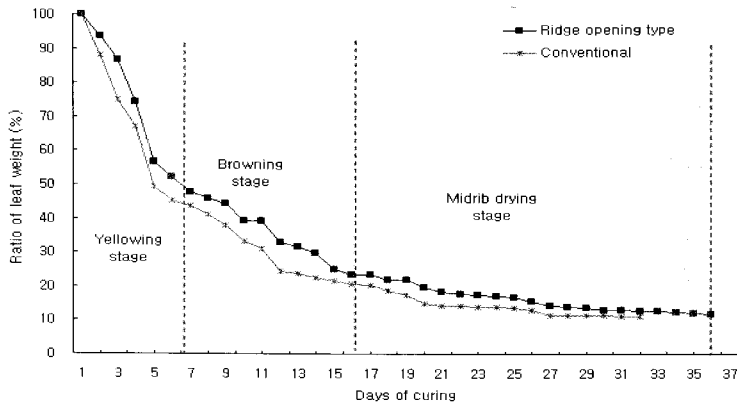


Fig. 6. Changes of leaf weight ratio on the curing facilities during air curing.

로 감소되었으며, 특히 황변기에서 감소폭이 커 배 등(1998)의 결과와 일치하는 경향이였다. 황변 기간은 규격 건조실이 7일, 관행건조실이 6일 소요되었으며, 갈변기간은 규격 건조실이 10일, 관행 건조실이 8일 소요되었고, 주맥건조기간은 규격 건조실이 20일, 관행건조실이 15일 소요되어 관행 건조실의 탈수 속도가 빨랐다. Hamilton (1979)은 건조 중 탈수경과의 차이는 호흡기질로의 소모, 저분자물질로의 분해를 통하여 건조엽의 내용성분에 영향을 미친다고 하였으며, 배 등(1998)은 버어리종 건조 중 엽중 손실이 급격하게 이루어지는 황변기가 가장 중요하다고 하였다. Jensen (1952)은 이러한 엽중 손실이 주로 호흡을 통한 무게의 손실변화이므로 건조 초기 단계의 건조실 관리가 중요함을 강조하였다.

배 등(1986)은 Burley 21 품종을 대상으로 엽중

수분의 30~40 %가 탈수 되었을 때 황변이 완료 되었다고 하였는데, 본 실험 결과에서는 50 %의 엽중 탈수가 진행되었을 때 황변이 완료되어 약간의 차이를 나타냈다. 갈변의 완료는 엽중 수분 70~80 % 탈수시에 완료되었으며, 주맥건조 완료시의 엽중 수분은 11 % 정도였다. 엽중 탈수가 상당량 진행되었을 때 황변이 완료된 것은, 음건중 건조속도가 온도, 습도, 공기의 흐름 및 햇빛이 좌우된다고 한 견해(Jeffrey, 1946)로 비추어 볼 때 건조실 크기에 따른 온도, 습도, 공기의 유동량의 차이에 의한 결과로 생각된다.

외관 품질

건조실에 따른 중엽, 본엽의 건조엽 외관 특성은 Table 1과 같다. 규격 건조실은 관행 건조실에 비해 정상엽 비율이 10 % 이상 높았으며, 급건엽

Table 1. Effect of the curing facility on the appearance of curing leaves

Curing facility	Stalk Position	Sound leaves (%)	Stained leaves (%)	Excessive dried leaves (%)	Rotten leaves (%)	Color			Price (Won/kg)
						L <sup>1)</sup>	a <sup>2)</sup>	b <sup>3)</sup>	
Ridge opening type	Cutters	98.3	0	1.2	0.5	45.3	13.6	25.7	7,327
	Leaf	98.9	0	0.8	0.3	40.4	14.5	24.4	7,399
Conventional	Cutters	88.7	3.0	4.3	4.0	45.9	14.2	25.3	7,234
	Leaf	85.8	6.3	5.8	2.1	41.9	14.3	24.3	7,169

<sup>1)</sup> L: White(100) ↔ Black(0), <sup>2)</sup> a: Red(100) ↔ Green(-80), <sup>3)</sup> b: Yellow(70) ↔ Blue(-70)

과 부패율은 각각 5%, 2% 감소되었는데, Walton과 Henson 등(1971)은 버어리종 잎담배의 건조 과정 중 건조가 시작된 후 황변기가 도달하기 직전 4~6일 동안의 급격한 건조는 잎담배 품질을 저하시킨다고 하여 본 실험에서 엽중 탈수 속도가 컸던 관행건조실의 급건엽 발생이 높았던 것과 일치하는 경향이였다. 한편, 물친엽은 관행건조실에서만 발생하였으며 건조실내 고온과 고습으로 인한 미생물 활동 증가가 원인으로 생각된다. 색상에 있어서는 명도가 규격 건조실에서 0.6~1.5 낮았고 적색도, 황색도는 두 건조실 간의 차이가 없었다. 건엽의 kg 당 가격은 규격건조실에서 급건엽 발생이 많았던 관행건조실에 비해 높았는데, 이는 건조실내 온도가 낮고 습도가 높은 조건에서 급건엽 발생이 낮았다는 Atkinson 등(1963), 배 등(1998), Suggs(1986), Walton 등(1981)의 결과와도 일치하는 결과였다. 건조 위치별로는 규격 건조실에서 하단에 위치한 중엽과 상단에 위치한 본엽이 관행 건조실에 비해 각각 1.3%, 3.1% 높았으며, 상단에 위치한 본엽의 품질이 높게 나타났다. 급건엽은 맑은 날씨가 계속되어 건조실의 환경이 고온저습 조건이 지속되면 황변말부터 과도한 탈수에 의해 발생되는데(Davis *et al.*, 1999), 규격 건조실은 천창부위의 왕도리 개도식 도출형 환기구에 의한 적절한 환기를 통해 낮 동안의 급격한 건조실내 온도상승을 피하여 관행건조실에 비해 낮은 온도를 유지함으로써 급건엽, 물친엽의 발생을 감소시킬 수 있었다.

## 결 론

본 연구에서는 KB111을 대상으로 버어리종 건조실의 온·습도 환경 개선을 위해 개발된 규격 건조실의 건조기간 동안 미기상 환경을 분석하였다.

버어리종 건조기간 동안 규격 건조실은 관행 건조실에 비해 일평균온도가 3℃ 낮았으며, 상대습도는 12.6% 높았다. 주간의 건조실내 최적 온도(18~34℃) 분포비율은 규격 건조실이 관행 건조실에 비해 37.5% 증가 하였으며, 최적 상대습도 분포비율은 8.2% 감소하였다. 황변기의 최적 온

도 분포비율은 규격 건조실이 관행 건조실에 비해 26% 높았으며, 최적 습도(65~85%) 분포비율은 유사한 경향이였다. 갈변기와 주맥건조기의 최적 온도 분포비율도 규격 건조실이 높았으며, 최적 습도 분포비율은 갈변기에는 두 건조실이 유사하였으나, 주맥건조기에는 관행건조실이 높았다. 탈수속도는 관행 건조실이 규격 건조실에 비해 빨랐으며, 색상에 있어서는 두 건조실 간의 차이가 없었다. 정상엽은 규격 건조실이 10% 정도 높았으며, 급건엽과 부패율은 관행 건조실이 각각 5%, 2% 정도 많이 발생되었고, 물친엽은 관행 건조실에서만 발생하였다.

이러한 결과는 건조실 미기상 환경이 버어리엽의 건조 품질에 크게 영향을 미치고 있음을 나타내며, 특히 최저온도 범위를 벗어난 고온과 급격한 탈수는 물리성 악화 및 내용성분의 불량을 야기시킬 것으로 판단된다. 따라서 천창 환기 방식으로 여름철 온도 하강 효과가 높고 대기와의 온·습도 조건이 유사한 규격 건조실을 활용한다면 고품질의 버어리엽 생산이 가능할 것이다.

## 참 고 문 헌

- Bae, S.K., Lim, H.G. and Choo, H.K. (1986) Studies on the prevention of excessive drying leaves during burley tobacco curing. *Korean J. Crop Sci.* 31(4): 420-425.
- Bae, S.K., Jo, C.J., Lim, H.G. and Kim, Y.T. (1998) Effects of curing methods on the quality of cured leaves in burley tobacco(*N. tabacum* L.). *Korean J. Crop Sci.* 20(1): 26-32.
- Bunn, J.M. and Henson, J.Y. (1968) Weight as an indicator of progress in curing burley tobacco. *Transactions of the ASAE* 11: 884-886.
- Bunn, J.M., Henson, W.H. Jr. and Walton, L.R. (1973) Weight loss during curing of stalk tobacco. *Transactions of the ASAE* 16: 140-141.
- Bunn, J.M., Duncan, G.A., Henson, W.H. Jr.

버어리종 잎담배 건조 환경 개선을 위한 건조실 개발  
1. 건조기간중의 미기상 변화

- and Walton, L.R. (1973) Environmental design of a new burley curing barn. *Tob. Sci.* 17: 1-5.
- Burton, H.R., Bush, L.P. and Hamilton J.L. (1983) Effect of curing on the chemical composition of burley tobacco. *Rec. Adv. Tob. Sci.* 9: 91-153.
- Davis, D.L. and Nielsen, M.T. (1999) Tobacco Production, Chemistry and Technology. Blackwell science. United Kingdom.
- Duncan, G.A. and Wells, L. (2007) Tobacco production guide. ID-160. Kentucky Agric. Ext. Serv. Lexington. Kentucky. 48-52.
- Duncan, G.A. and Walton, L.R. (1986) Curing burley tobacco. AEN-59. Kentucky Agric. Ext. Serv. Lexington. Kentucky.
- Duncan, G.A. and Walton, L.A. (2006) Curing Burley Tobacco Analyzing the Curing Environment. Presented at 42nd Tobacco Workers Conference Charleston. B.A.E. Dept., Coll. Of Agric., U.Ky. 1-38.
- Enzell, C.R. (1977) Recent progress in the chemistry of tobacco and tobacco smoke. *173rd Am. Chem. Soc.* New Orleans. 37-77.
- Hamilton, J.L. (1974) Ph. D. thesis, Changes during curing of burley tobacco. University of Kentucky, USA.
- Jeffrey, R.N. (1940) The effect of temperature and relative humidity during and after curing upon the quality of white burley tobacco. Bulletin No 407. Kentucky Agric. Ext. Serv. Lexington. Kentucky.
- Jeffrey, R.N. (1946) The relation of curing conditions to quality in burley tobacco. Bulletin No 496. Kentucky Agric. Ext. Serv. Lexington. Kentucky.
- Jenson, C.O. (1952) Cigar tobacco change that occur during curing. *Ind. Eng. Chem.* 44: 306-309.
- Kim, D.Y., Bae, S.K., Lee, J.I., Ji, S.U. and Kim, Y.H. (2000) Changes in the contents of non-volatile acids, Fatty acids and polyphenolic compounds during air-curing in burley tobacco. *J. Kor. Soc. Tob. Sci.* 22(2): 107-113.
- Kim, J.Y., Lee, S.Y., Kim, H.H., Chun, H. and Yun, I.H. (2002) Ventilation effect of the greenhouse with folding panel type windows. *J. Bio. Env. Con.* 11(1): 5-11.
- Nam, S.W. (1998) Adaptability of evaporative cooling system for greenhouses to the weather conditions of Korea. *J. Bio. Fac. Env.* 7(4): 283-289.
- Suh, W.M., Yoon, Y.C., Park, J.C. and Shon, Y. G. (1995) An investigation on cooling systems of domestic greenhouses. *Journal of the research institute of greenhouse horticulture of gyeongsang national university* 2: 123-145.
- Walton, L.R. and Henson, W.H. (1971) Effect of environment during curing on the quality of burley tobacco. I. Effect of low humidity curing on support price. *Tob. Sci.* 15: 54-57.
- Walton, L.R., Henson, W.H. and Bunn, J.M. (1973) Effect of environment during curing on the quality of burley tobacco. II. Effect of high humidity curing on support price. *Tob. Sci.* 17: 25-27.
- Woo, Y.H., Lee, J.M. and Nam, Y.I. (1995) Forced ventilation number of air temperature in summer glasshouse. *J. Bio. Fac. Env.* 4(2): 223-231.
- Yoon, Y.C., Suh, W.H. and Lee, J.Y. (1998) Spray characteristics of spray nozzles used for greenhouse cooling. *J. Bio. Fac. Env.* 7(4): 298-310.
- 藤田光. (1960) バーシ一種耕作上の問題點(1) 葉たはこ研究 22: 34-43.
- 河田千脇, 松田好子, 渡邊龍策. (1981) バーシ一種乾燥の溫濕度條件似ついでる. 葉たはこ研究 85: 31-40.
- 篠原拓男, 高橋猛, 藤田光. (1968) バーシ一種たばこの連干乾燥中の溫濕度環境. 盛岡たばこ試報 3: 213-218.