

## 잎담배 乾燥時의 葉中 化学成分과 酵素活性变化

李 泰 洙 · 李 廷 德 · 南 相 烈\* · 金 教 昌\*

韓國人蔘煙草研究所 大邱試驗場 ※ 忠北大学校 農科大学

### Changes in Chemical Components and Some Enzyme Activities during the Curing Process of Tobacco Leaves.

Tae Su Lee, Jeong Deok Lee, Sang Yeal Nam\* and Kyo Chang Kim\*

Daegu Tobacco Experiment Station, Korea Ginseng and Tobacco  
Research Institute, Kyung-Buk, Korea.

\* Coll. of Agr. Chung-Buk National University, Chung-Buk, Korea.

(Received for publication, March 4, 1983)

#### ABSTRACT

This study was conducted to know changes in chemical components and some enzyme activity on tobacco leaves of NC2326 and Hyangchio (*Nicotiana tabacum* L.) by different curing methods.

The activity of  $\alpha$ ,  $\beta$ -amylase and invertase of flue-cured tobacco variety NC2326 were higher than that of sun-cured variety Hyangchio.

And the peak of all of enzyme activity in both varieties showed at about 60 hours (at color fixing stage) and 6 days (yellowing stage) after start of flue-curing and sun-curing, respectively.

The peak time of reducing sugar content were same with the maximum enzyme activity during curing process in both varieties.

During both curing process, the content of starch was greatly reduced and there was a corresponding increase in reducing sugars.

Increase in total alkaloids content continued during flue-curing process in both varieties, but during sun-curing process total alkaloids content of NC 2326 were increased slightly whereas those of Hyangchio were decreased markedly.

#### 서 론

건조란 성숙한 잎담배를 인위적인 조작을 통하여 엽중 성분을 유용하게 촉진하거나, 악변을 억제하여 껌연용 담배 제조 원료에 적합하도록 만드는 과정을 말한다 (31). 엽중 내용성분은 대

별하여 역변화물질, 불변화물질, 합질소물질의 3군으로 분류되는바 (6), 역변화물질군중 전분, 합질소물질군중 단백질과 아미노산 등이 변화가 많으며 이들 성분함량의 비율이 또한 품질에 미치는 영향이 크다 (4, 20, 23, 25) 건조과정에서 이들의 변화는 비효소적인 것도 있으나 일반적으로

로 대부분은 열중에 존재하는 각종 효소의 작용에 영향을 받고 있다(12). 열중에 존재하는 효소중에 amylase와 invertase 등은 전분을 당으로 전환시키는 작용에 관여하고 있다는 결과가 밝혀져 있으며(2, 5, 4, 6, 13), 그외에도 건조중 잎담배의 성분변화에 관여하는 효소에 대한 많은 연구가 이루어져 왔다(2, 5, 6, 14, 15, 16, 22, 23, 26, 30). 건조과정중 인위적인 승온 및 탈수 조작은 결국 이들 효소들의 활성에 영향을 주어 필요한 성분함량은 높게, 유해한 물질은 최소의 함량에 머물도록 하는 것이다.

따라서 담배 제조원료로서의 사용 목적에 따라 요구되는 내용성분의 차이가 있게 마련이며, 때문에 건조조작 즉, 승온과 탈수과정에 차이를 가져온다. 황색종인 경우 주원료이므로 열중 당 함량이 최고에 달할 수 있도록 즉, 이 성분변화에 관계하는 효소의 작용을 최대로 하여 그후 작용이 배제되도록 조작하고, 재래종인 경우 보충원료이므로 황색종과는 달리 높은 당함량이 필요하지 않으므로 열중 탄수화물이 거의 모두 소진되더라도 특정 재배종의 특성을 유도하는 조작을 하게 된다(27).

우리나라는 현재 재래식 건조실에서 Bulk 건조기 및 기타 개량건조실로 전환되고 있는 과도기이나, 건조경과에 따른 효소활성도 및 그들 기질의 함량변화에 대한 연구가 부진하여 재래식 건조실의 탈피에서 오는 품질의 변화의 연구에 상당한 애로점이 있어왔다.

따라서 본 시험은 생태형과 원료잎담배로서 사용용도가 상이한 황색종인 NC2326과 재래종인 향초를 사용하여 건조방법을 달리 하였을 때 이들 품종의 열중 화학성분 변화 및 효소활성도를 조사하기 위하여 본시험을 수행하였다.

## 재료 및 방법

### 1. 건조방법 및 시료채취

본 시험은 1981년 한국인삼연료연구소 대구시험장 포지에서 NC2326과 향초를 각각 표준재배 방법에 준하여 재배하였다. 시료는 適熟葉에 달한 본엽으로 하였고, 황색종의 건조(Flue-curing)

는 Bulk 건조기를 사용하였고, 재래종의 건조(Sun-curing)는 Vinyl House에서 수행하였다. 분석시료는 황색종 건조는 매20시간마다, 재래종 건조는 매2일마다 채취하여 즉시 Ice-Box에 넣어 실험실로 운반하여 담배의 엽육부를 잘게 절각하여 수분함량 및 효소활성 측정에 사용하였는데, 효소유출에 사용한 생엽중은 垣江등(12)의 방법으로 건조경과에 따른 열중 수분함량에 따라 정확히 건물 1g가 되는 양으로 하였고 활성도는 모두 건물중으로 표시하였다.

### 2. $\alpha$ -Amylase 활성도측정

富田(27)의 방법으로 건물 1g에 해당하는 절각한 생엽편에 PH7의 McIlvaine buffer sol'n 20ml를 가하고, 5분간 0℃에서 Homogenizer(dynamic co. of America, Model 11-084)로 추출하여 가제로 여과후 여액은 원심분리(0℃, 8000r.p.m, 15분)하여 상등액을 조효소액으로 하였다. 조효소액 1ml에 PH7의 McIlvaine buffer sol'n 4ml, 1%-starch sol'n 5ml를 가하여 38℃ 물중탕에서 15분 반응시켜 그중 1ml를 취하여 2N-H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 5ml, 증류수 5ml를 넣어 광전비색의 표준액으로 사용한다. 별도로 반응액 1ml에 2N-H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 5ml, 증류수 대신 0.001M-I<sub>2</sub>·KI(2%)액 5ml를 가한 다음 표준액 반응액에서 각각 1ml씩 취하여 증류수 2ml 넣은 2개의 시험관에 각각 넣어 혼합하여 5분 경과후 광전비색계(Spectronic 20, Bauch & Lomb)로 570nm에서 흡광도를 측정하였다. 같은 방법으로 30분간 반응후 측정하여 15분간의 측정치와의 차를  $\alpha$ -amylase 활성으로 하였다. 본방법은 건물  $\frac{1}{200}$ g중의 효소활성치이다.

### 3. $\beta$ -Amylase 및 Invertase 활성도측정

$\beta$ -amylase는 富田(27)의 변법으로서 시료 1g에 PH 6.0의 McIlvaine buffer sol'n 40ml를 가하여  $\alpha$ -amylase 측정과 같은 방법으로 조효소액을 조제하여 조효소액 10ml에 1%-starch sol'n 20ml와 buffer sol'n 20ml 가한다음 그중에서 20ml를 취하여 증류수로 100ml 되게 하였으며, 다

시 그 중에서 5ml에 대해 환원력을 Somogyi 법인  $\frac{N}{20}$ -Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub>로 적정 대소로 하고, 여액은 38°C에서 3시간 반응후 5ml에 대해 대조와 같은 방법으로 환원력을 측정하여 적정치의 차를  $\beta$ -amylase 활성치로 하였다. 본 방법은 건물  $\frac{1}{200}$ g 중의 효소에 의해 생성된 환원성 당의 측정치이다. Invertase 활성도 측정은 기질로서 1%-starch sol'n 대신 1%-sucrose sol'n을 사용한 것 외엔  $\beta$ -amylase 활성도 측정에 준하였다.

#### 4. 엽중수분 및 내용성분분석

전질소는 Kjeldahl법 (32), 전 alkaloid는 Cundiff and Markunas 법 (3), 전분은 Pucher, Leavenworth, Vickery 법 (32), 환원당은 Somogyi-Nelson 방법 (7), 수분함량(%)는 담배 성분분석법 (32)에 의하였다.

### 결과 및 고찰

#### 1. 건조중 엽중 수분함량변화

황색종 건조법에 의한 건조중의 엽중 수분함량 변화를 조사한 결과는 그림 1과 같다. 건조중 엽육부의 탈수는 NC 2326과 향초가 대체로 같은 양상이었으며, 건조후 60시간째인 선택고정 중기에 NC 2326은 58%, 향초는 54%이었고, 80시간째인 중골건조 초기에 NC 2326은 30% 향초는 24%로서 향초가 다소 탈수가 빠른 경향이였다. 이때 향초는 50% 정도 갈변이 진행된 것으로 관찰되었다. 한편 재래종 건조법에 의한 건조기간

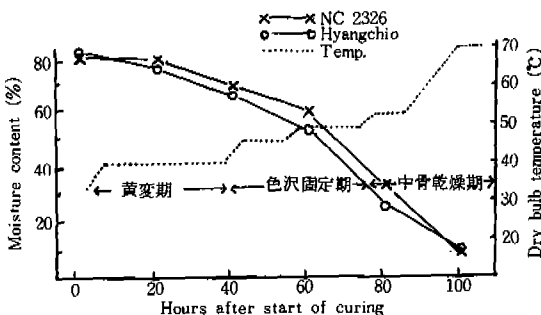


Fig. 1. Moisture content of tobacco leaves during flue-curing.

동안의 NC 2326과 향초의 수분함량 변화는 그림 2와 같다. 건조실내의 1일 평균온도는 대체로 35°C 내외로 유지되었으며, 엽중 수분함량은 향초는 초기부터 계속 감소되어 4일부터 8일까지 탈수가 빨라지는 경향이였으며, 그후 15일까지는 완만하였다. 반면에 NC 2326에서는 건조 4일째까지는 수분감소가 거의 없었으나 그후 10일째까지는 빠른 경향이였고, 다시 이로부터 15

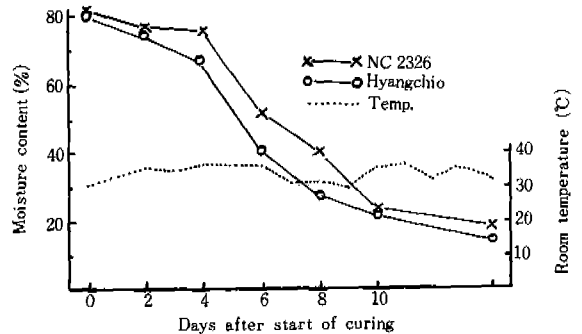


Fig. 2. Moisture content of tobacco leaves during sun-curing.

일까지는 완만하였다. 한편 향초의 색상은 건조 2일째부터 6일까지 黄变되었다가 그후 갈변화하였고, NC 2326에서도 그 경향은 향초와 같았으나, 황색고정이 되지 않고 건조 6일 이후에 급격한 갈변을 보여 주었다. 양 품종간의 수분감소 정도는 NC 2326이 향초보다 늦은 경향이었는데 이는 잎과 특히 중골의 크기가 현저히 상이한데 기인된 것으로 생각된다. 또한 Sastry (23)는 전분함량보다도 더 중요한 것이 수분함량이라고 하였는데, 본시험결과 엽중 수분함량이 낮은데도 효소활성이 지속되는 것으로 보아 건조중 효소의 작용은 전분등 기질의 양과 온도등 다른요인들이 더 큰 영향을 미치는 것으로 생각되며, 이는 엽중 수분함량이 10%이상에선 전분분해 효소활성에 크게 영향을 주지 않는다는 野村 (19)의 보고와 일치하는 것으로 보였다.

#### 2. 건조방법의 차이가 엽중 효소활성 변화에 미치는 영향

##### 가. $\alpha$ -Amylase 활성변화

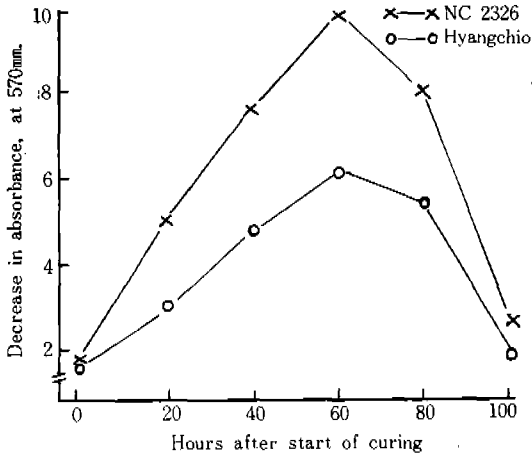


Fig. 3.  $\alpha$ -Amylase activity of tobacco leaves during flue-curing.

황색종 건조법에 의한 건조중의 두 품종에 대한  $\alpha$ -amylase 활성변화를 보면 그림 3 과 같이 NC 2326은 건조시간이 경과할 수록 급속히 상승하여 건조시작후 60시간 전후인 선택고정기(48°C)에서 최고에 달하였다가 그후 중팔 건조기에 가서 효소활성이 급격히 감소하는 경향이였다. 황색종 건조중 amylase 활성도 변화에 대해서는 건조경과에 따라 높아져 선택고정기에 최고에 달한다는 여러 연구결과(17, 18, 24, 27)와 본 시험과는 같은 경향으로 나타났으나, 본 효소가 온도가 상당히 높은 선택고정기에 최고가 되는 원인은 아직 명백하지 않다. 그러나 Spencer and Weston(22)의 온도에 대한 효소안정성 실험에서  $\alpha$ -amylase 활성 최적온도는 50°C이며, 60°C 이상에선 급격히 불활성화 하였다는 결과로 보아 선택고정기 때  $\alpha$ -amylase의 높은 활성도는 이 효소의 활성 최적온도에 기인하는 것으로 보여진다. 향초는 NC 2326과 같은 경향으로 활성이 변화되었으나, 전반적으로 NC 2326에 비해 다소 낮게 나타났다.

재래종 건조방법으로 건조하였을 시 풍시한 품종의  $\alpha$ -amylase 활성을 조사한 결과는 그림 4와 같다. NC2326은 황변기인 건조후 6일째에 최고에 달하였다가 그후 완만하게 감소하는데 비해 향초는 보다 급속히 감소하여 건조종료시에는 오

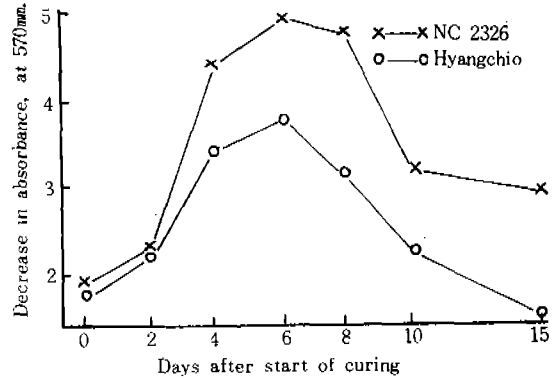


Fig. 4.  $\alpha$ -Amylase activity of tobacco leaves during sun-curing.

히려 수확당시 함량보다 낮았다.

#### 나) $\beta$ -Amylase 활성변화

황색종 건조방법으로 공시품종을 건조하였을 시의 활성을 조사한 결과는 그림 5와 같다. NC 2326의  $\beta$ -amylase 활성도는 건조시작후 계속 활성이 상승하여 60시간째인 선택고정기(48°C)에 최고에 달하였다가 그후 감소하는 경향이였으나, 향초는 NC 2326에 비해 전건조기간동안 낮은 것으로 나타났으며, 전체적으로 보아  $\alpha$ -amylase와 비슷한 양상으로 나타났다.

재래종 건조방법에서 풍시된 품종의  $\beta$ -amy-

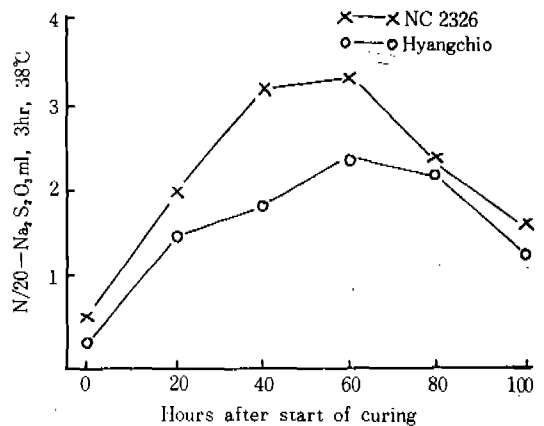


Fig. 5.  $\beta$ -Amylase activity of tobacco leaves during flue-curing.

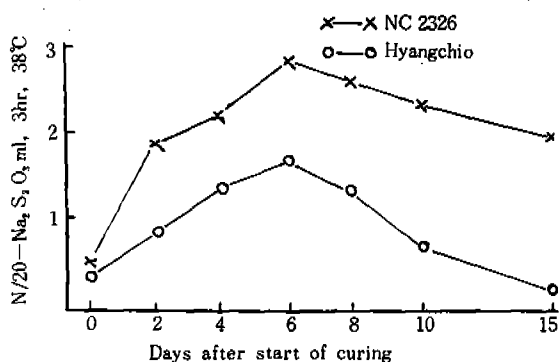


Fig. 6.  $\beta$ -Amylase activity of tobacco leaves during sun-curing.

lase 활성은 그림 6 과 같다. NC2326은 6일 째에 최고에 달하였다가 경과일수에 따라 서서히 감소하는 경향이였으며, 향초는 건엽일수의 경과에 따라 NC 2326보다는 서서히 증가하여 6일째인 황번기에 최고에 달하였다가 그후 NC2326보다는 급격히 낮아졌는데 이러한 경향은  $\alpha$ -amylase 활성변화에 같은 양상이었다.

#### 다. Invertase 활성변화

황색종 건엽방법으로 건조하였을 시 invertase 활성변화는 그림 7 과 같다. 두 품종 모두 건조시간이 경과할수록 상승하여 60시간 이후부터는 서서히 감소하는 경향으로  $\alpha, \beta$ -amylase 활성변화와 비슷한 양상을 보였고, 재래종 건조법에

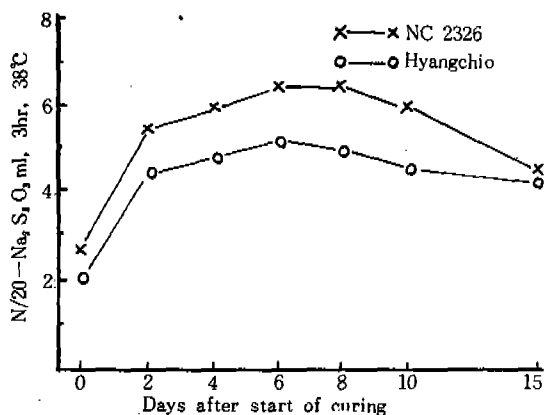


Fig. 7. Invertase activity of tobacco leaves during flue-curing.

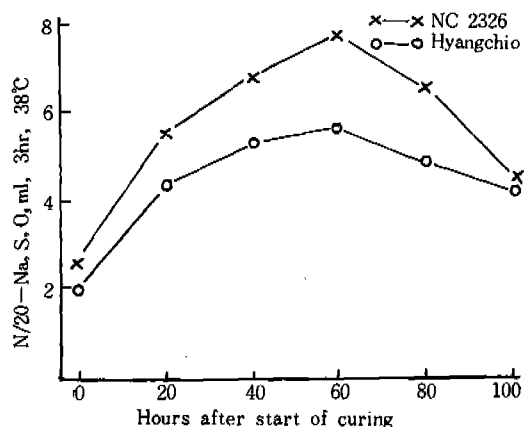


Fig. 8. Invertase activity of tobacco leaves during sun-curing.

의한 품종 품종의 invertase 활성은 그림 8 에서와 같이 건조일수가 경과할 수록 증가하나, 6일경 이후부터 약간 감소하는 경향을 보였고, 건조 종료시인 15일에도 높은 활성을 나타냈는데, 이때의 엽중 수분함량은 NC 2326이 15%, 향초가 13% 정도인데도(그림 2 참조) 높은 활성을 유지하고 있는 것으로 보아 엽중 수분함량이 13% 이상이고 다른 조건만 맞으면 효소활성은 계속되는 것으로 고찰되는바 이는 여러 연구결과 (11, 17, 19, 27)와 일치되는 경향이다.

품종별 건조방법에 따른  $\alpha, \beta$ -amylase 및 invertase의 효소활성 변화를 종합해 보면 일반적으로 효소활성의 정도는 기질성분 함량과 건조방법에 따른 직접 내지 간접적인 영향에 좌우되는 것으로 나타났으며, 품종별 효소활성의 차이가 뚜렷한 결과는 황색종 담배보다 재래종 담배가 효소작용에 필요한 기질성분인 전분 등 당질함량이 낮은데서 기인된 것으로 생각된다(13). 여기서 효소활성과 기질성분과의 관계를 보면 전분 분해 효소의 강약과 활성의 최고가 되는 시기와 기질성분분해 최대 시기와는 대체로 일치하는 것으로 나타났는데 이는  $\alpha, \beta$ -amylase, invertase가 당질분해에 관여하고 있음을 알 수 있었다.

### 3. 건조방법의 차이가 엽중 화학성분 변화에 미치는 영향

황색종 건조법에 의한 건조중 내용성분 변화

Table 1. Changes in chemical components of tobacco leaves during flue-curing process.

Variety	Chemical Component	Hours after start of curing					
		0	20	40	60	80	100
NC 2326	Total nitrogen	1.48	2.12	2.12	1.93	1.79	1.55
	Total alkaloid	2.02	2.24	2.45	2.91	2.82	2.93
	Starch	32.45	17.63	7.41	3.28	3.22	2.37
	Reducing sugar	0.80	12.00	17.65	17.69	15.71	16.10
Hyangchio	Total nitrogen	2.19	2.12	2.28	2.33	2.26	2.28
	Total alkaloid	3.41	3.46	3.53	3.62	3.61	3.82
	Starch	17.83	6.58	4.06	4.07	1.77	1.30
	Reducing sugar.	1.58	6.59	8.62	8.69	8.63	8.84

(% of dry matter)

를 조사한 결과는 표 1 과 같다. 전질소의 변화는 NC 2326에 있어서 건조중 1.48%에서 건조중료시 1.55%, 향초는 2.19%에서 2.28%로 다소 증가하였는데 이는 原(8), 富田(27) 등의 보고와 유사하였다. 전 알칼로이드 함량은 NC 2326이 건조전 2.02%에서 2.93%, 향초는 3.41%에서 3.82%로 증가하였다. 재래종 건조법에 있어서 성분함량 변화는 표 2 와 같다. 전질소 함량은 황색종 건조법에서와 같이 같은 경향으로 건조전후에 큰 차이가 없으나, 전 alkaloids 함량은 NC 2326이 황색종 건조법에서와 같이 2.02%에서 2.27%로 증가하였으며, 향초는 3.41%에서

2.40%로 현저히 감소하는 경향이였다. 건조전후의 전 alkaloids 함량의 변화는 건조중에 일어나는 호흡소모 등에 의한 전물량의 감소가 전 alkaloids의 성분 분해보다 클 경우와 적을 경우에 따라 차이가 있다. 전 alkaloids 함량의 감소는 호흡등에 의하여 탄산 gas의 분압증가와 아미노산의 분해로 세포액의 염기성이 증대되어 유기산과 결합하여 존재하는 전 alkaloids가 遊離 상태의 gas 상으로 되어 휘산하는 결과(33)로 생각된다. 일반적으로 Nicotine은 일반 황색종 건조중에는 변화가 적고 재래종 건조중에는 함량이 저하하는 것으로 알려져 있다(1,21,27,29). 吉田(28)은

Table 2. Changes in chemical components of tobacco leaves during sun-curing process

Variety	Chemical Component	Days after start of curing						
		0	2	4	6	8	10	15
NC 2326	Total nitrogen	1.48	1.47	1.47	1.69	1.65	1.64	1.52
	Total alkaloid	2.02	2.12	2.23	2.40	2.32	2.24	2.27
	Starch	32.45	15.41	9.51	4.93	4.28	3.24	2.67
	Reducing sugar	0.80	4.20	7.43	11.20	10.46	8.35	8.41
Hyangchio	Total nitrogen	2.19	2.15	2.12	2.14	2.13	2.06	2.02
	Total alkaloid	3.41	3.24	3.22	2.86	2.75	2.46	2.40
	Starch	17.82	3.52	1.38	1.06	1.04	0.72	0.90
	Reducing sugar	1.58	6.50	7.45	7.66	5.45	4.17	4.30

(% of dry matter)

엽중 Nicotine의 손실은 갈변현상에 따라 일어나며, 재래종 건조중 Nicotine의 상당한 부분이 Nicotine 이외의 형태로 변하였다고 하였는데 본시험에서 전 alkaloids의 감소는 Nicotine 함량의 변화에 기인되는 것으로 생각된다.

전분은 표1에서 보논바와 같이 황색종 건조법에 있어서 NC 2326은 건조전 32.45%에서 건조 20시간후 17.63%로, 향초는 17.82%에서 6.58%로, 건조 40시간 후에는 NC 2326이 7.41%, 향초가 4.06%로 건조전에 비해 급격히 감소하였는데, 황변초기에  $\alpha$  및  $\beta$ -amylase 활성 증가에 비해 엽중 전분함량이 급격히 떨어지는 것은 이 시기에 대부분 효소활성은 인정되지만, 전분분해는 건조초 phosphorylase에 의한 전분-sucrose의 전환반응을 의미하는 것으로 보여진다(27) 환원당의 함량은 표1에서 보논바와 같이 NC 2326과 향초가 모두 건조가 진행될 수록 전분함량의 감소와는 반대로 점차 증가하였다. 이때 환원당 함량의 증가에 비례하여  $\alpha$  및  $\beta$ -amylase 활성이 높아지고 있는바(그림3,5참조), 이는 건조중에 있어서 전분분해의 과정중  $\alpha$  및  $\beta$ -amylase의 참여 가능성을 나타낸 것으로 보였다(9, 10, 13, 17, 18, 24). 또한 건조초기 전분 함량은 NC 2326이 32.45%인데 비해 향초가 17.82%로서 품종간 차이가 인정되었으며, 환원당 함량도 차이가 인정되었다.

재래종 건조중 전분함량은 표2의 결과와 같이 두 품종 모두 전분함량은 계속 감소하는 경향이 며, 이와는 반대로 환원당 함량은 증가하였고, 6일을 전후하여  $\alpha$ ,  $\beta$ -amylase 및 invertase 활성이 최고에 달하는 시기와 일치하는 경향이였다. 또한 건조종료시에 전분함량은 NC 2326은 2.67%, 향초가 0.90%였으며 환원당 함량에 있어서도 NC 2326이 건조종료시 8.41%로 황색종 건조법에 비해 재래종 건조법이 월등히 낮았는데, 이는 황색종 건조법에 있어서는 가용성 당의 증가가 완료된 단계에서 탈수시키기 때문에 당이 풍부한 잎담배가 생산되며, 재래종 건조법에 있어서는 더욱 갈변까지 진행되는 결과로 호흡등에 의한 당의 소모가 계속되어 당 함량이 낮은 잎담배가 되는 것으로 추정된다(27).

## 결 론

황색종인 NC 2326과 재래종인 향초를 건조 방법을 달리하여 건조하였을 때 효소활성 및 화학 성분 변화에 미치는 영향을 조사한바 그 결과를 요약하면 다음과 같다.

1.  $\alpha$ ,  $\beta$ -amylase 및 invertase 활성은 황색종 건조법으로 건조할 때에 건조시작후 60시간(색택고정기), 재래종 건조법으로 건조할 때에는 건조시작후 6일(황변기)에 최고에 달하였으며, 이때 환원당 함량도 가장 많았으며, 두 품종 모두 효소활성 변화는 같은 경향이였다.
2. 품종별 조사된 효소활성의 정도는 NC2326이 향초보다 높았고, 건조방법별로는 황색종 건조법으로 건조할 때에 높게 나타나 48°C까지 승온시에는 활성이 증가하나 그이후 급격히 감소하는 경향이였다.
3. 전질소 함량변화는 건조방법에 따라 큰 차이가 없었다.
4. 전 alkaloids는 황색종 건조법에서 NC2326이 2.02%에서 2.93%, 향초가 3.41%에서 3.82%로, 두 품종 모두 증가하였으며, 재래종 건조법에서는 NC 2326이 2.02%에서 2.27%로 다소 증가하나, 향초는 3.41%에서 2.40%로 현저히 감소하였다.

## 참 고 문 헌

1. Amin, A. N., R. C. Long, W. W. Weeks, J. Agri. Food Chem. 28 (3) : 656-660 (1980)
2. Barrentt, R. E. J. Agri. Food Chem. 5 : 220-224 (1957).
3. Cundiff, R. H. and P. C. Markunas. Tob. Sci. 8 : 136-137 (1964).
4. Dixon, L. F., F. R. Darkis, F. A. Wolf, J. A. Hall, E. P. Jones, and P. M. Gross. Ind. Eng. Chem. 28 : 180-189 (1936).
5. Dougherty, T. M. Tob. Sci. Vol. XIX : 139-141 (1968).
6. Frankenberg, W. G. Advances in Enzymol. 6 : 309-387 (1946).

7. 福井作藏. “還元糖の定量法.” 東京大学出版会. 10-12(1973).
8. 原潤一, 福澄哲夫, 高本忠正, 作間宏彦, 山田貞宜. 盛岡煙試報. 32 : 63-68 (1973).
9. 原潤一, 福澄哲夫, 高本忠正, 作間宏彦, 山田貞宜. 盛岡煙試報. 32 : 53-61 (1973).
10. 角昭美, 垣江竜雄, 牧野田睦, 宇野良男. 宇試報. 1 : 49-52 (1972).
11. 垣江竜雄. 盛岡煙試報. 37 : 37-93 (1976).
12. 垣江竜雄, 宇野良男, 角昭美, 三室正治. 宇試報. 10 : 73-85 (1971).
13. 垣江竜雄. 日農化. 47(11) : 659-666 (1973).
14. Muller, R. Inst. Tob. Dresden. Ber. 2(1) : 75-93 (1955).
15. Nakai, T. and Y. Inaba. J. Agri. Chem. Soc (Japan). 24 : 105-110 (1951).
16. Nakai, T. and Y. Inaba. J. Agri. Chem. Soc. (Japan). 24 : 105-110 (1951).
17. 中井武文. 奏野煙試報. 36 : 121 (1952).
18. 野村美次, 東頼士郎. 奏野煙試報. 36 : 50 (1952).
19. 野村美次. “黄色種 煙草の乾燥法.” 朝倉書店. (1956).
20. Pyriki, C. and W. F. Homann. Z. Lenben-sm. Unters Forth. 97 : 281-289 (1953).
21. 篠原拓男, 高橋猛. 盛岡煙試報. 3 : 207 - 212 (1968).
22. Spencer, R. and T. J. Weston. Tob Sci. 10 : 94-99 (1966).
23. Sastry, A. S. Proc. Ind. Acad. Sci. 44B : 148-170 (1956).
24. Sastry, A. S. Proc. Ind. Acid. Sci. 38B : 125-143 (1953).
25. Shmuck, A. and V. Semenova. U. S. S. R. State. Inst. Tob. Invest. Bull. 33 : 3-22 (1927).
26. Tomita, H. and E. Tamiki. J. Agri. Chem. Soc. (Japan). 36 : 704-710 (1927).
27. 富田英夫. 盛岡煙試報. 3 : 149-198 (1968).
28. 吉田大輪. 奏野煙試報. 69 : 63-68 (1971).
29. 吉田大輪. 奏野煙試報. 54 : 51-54 (1964).
30. Zelitch, I. and M. Zulcker. Plant Physiol. 33 : 151-155 (1958).
31. 南基桓孝元
31. 南基桓, 裴孝元, 鄭厚燮, 許 諡. “新制煙草学”. 郷文社. p. 285 (1973).
32. 김찬호. “담배成分分析法” 韓国煙草研究所. 試驗分析部編. (1979).
33. 專売庁. “일담배 乾燥論.” 39-43 (1970).