

# Flue - cured 잎담배의 건조과정중 색상과 색소성분 변화에 관한 연구

김 찬 호 · 김 정 옥 · 석 영 선\*

한국연초연구소 화학분석실 한국연초연구소 건조연구실\*

(1979. 3. 8 접수)

## A Study on the Variation of Color and its Components of the Flue-Cured Tobacco Leaf During the Process of Curing

Chan Ho Kim, Jeung Ok Kim, Yeung Seun Suk\*

Lab. of Chemical Analysis, Korea Tobacco Research Institute, Seoul, Korea.

Lab. of Curing, Korea Tobacco Research Institute, Suwon, Korea.\*

(Received March 8, 1979)

### 초 록

Hicks (*Nicotiana tabacum* L.) 잎담배의 건조과정에 있어서의 색상, 색소성분 및 담배기본 성분의 변화를 관찰하였다.

건조가 진행됨에 따라 total chlorophyll의량은 2,002 ~ 1,131  $\mu\text{g}/\text{gr}$ .에서 473 ~ 175  $\mu\text{g}/\text{gr}$ .로 감소하였으며 total carotene은 건조 시작 70 hr.에는 373 ~ 712  $\mu\text{g}/\text{gr}$ .에서 3,003 ~ 1,215  $\mu\text{g}/\text{gr}$ .로 증가하다가 70 hr.이후에는 3,003 ~ 1,215  $\mu\text{g}/\text{gr}$ .에서 1,050 ~ 1,039  $\mu\text{g}/\text{gr}$ .로 감소하였다.

이에 따라 색상은 녹색~황녹색에서 황색과 등색의 중간 색상으로 접근하였다.

전 질소와 니코틴은 건조 전후 2~3%로서 큰 변동이 없었으나, 전 당은 건조전에 17%에서 건조 70 hr에 35%까지 증가되었으며, 건조가 끝날 때는 16%로 다시 감소하였다.

색도좌표의  $x$ 축과 chlorophyll/ carotene 간에는 역상관을 나타내었고 상관계수는  $r = -0.96$ 으로서 교도의 유의성이 인정되었으며 두 변수간의 회귀방정식은

$$\bar{y} = 28.87 - 68.38x$$

였다.

이 식에 따르면 chlorophyll이 분해되어  $y \rightarrow 0$ 일때  $x = 0.422$ 로서 건조 잎담배의 우량엽의 범주에 속하였다.

### Abstract

During the process of curing of the tobacco (*Nicotiana tabacum* L. Hicks) leaf, the change of the color, pigments and other fundamental components of the tobacco leaf was observed.

The amount of total chlorophyll was reduced from 2002  $\mu\text{g}/\text{g}$  to 1,131  $\mu\text{g}/\text{g}$  as a func-

tion of curing time. In the case of total carotene, the concentration was increased from 373-712  $\mu\text{g}/\text{gr}$ . to 3,003-1,215  $\mu\text{g}/\text{gr}$ . up to 70 hours of curing period. However, after 70 hours of curing, the concentration of total carotene started to be decreased up to 1,050-1,039  $\mu\text{g}/\text{gr}$ . Simultaneously, the greenish yellow color becomes to be close an intermediate color between yellow and orange.

The amount of total nicotine and nitrogen (2~3%) in the green harvested leaf was essentially identical after the curing process. However, the amount of total sugar was enhanced from 17%, in the green harvested leaf, to 35% at the time of 70 hours curing. At the end of the curing, the amount of total sugar was again reduced up to 16%.

The correlation coefficient ( $r$ ) between the axis of the color coordinate and the ratio of chlorophyll/carotene was estimated to be  $r = -0.96$ . This result indicates a linear relationship between those two parameters and the following linear equation is obtained as  $\bar{y} = 28.87 - 68.38 x$ . From the above equation,  $x = 0.442$  could be estimated when chlorophyll was completely decomposed ( $y \rightarrow 0$ ). As a consequence of this result, we can suggest the tobacco leaf of Hicks belongs to the high quality level.

## I. 서 론

건조과정중 잎담배의 색소성분 변화와 색채 변화에 대한 연구는 Weybrew 등<sup>(13, 14)</sup> 여러 연구자에 의해서 일찍부터 연구되어 왔다.

Zapkowa<sup>10</sup>에 의하면 chlorophyll은 황변과정에 높은 감소율을 나타내고, 갈변과정에서도 같은 현상이 계속되지만 carotene은 chlorophyll 감소현상과는 달리 비교적 완만하게 감소한다고 보고하고 있다.

이 과정중의 색채변화에 대하여 Weybrew<sup>(13)</sup>가 연구한 결과에 의하면 chlorophyll과 carotene의 변화현상에 따라 변하고 있어서 색채와 색소성분의 변화가 서로 일치하는 현상을 보인다.

이 외에도 chlorophyll의 감소현상에 대한 반응메카니즘을 연구<sup>10)</sup>하거나 지방산과 chlorophyll 분해와의 생화학적 관련성을 연구<sup>5)</sup>하는 등<sup>3, 11)</sup> 다각적으로 chlorophyll에 대한 연구<sup>7, 11)</sup>가 진행되어 왔다.

carotene의 경우에도  $\beta$ -carotene과 neo  $\beta$ -carotene의 구성비<sup>13)</sup>와 분리방법의 연구등 식물색소성분의 연구가 있었다.

잎담배의 색소성분이 잎담배 색상을 지배하고 있으며 이 색상은 건조과정중의 온습도 조절과 통풍관리에서 하나의 지표가 되고 있어서 건조를 마친 잎담배의 품질을 평가하는 기준이 되고 있고<sup>12, 1)</sup> 심지어는 Free<sup>2)</sup> 등이 보고한 바와 같이 색상자체가 시장가격과도 직접적인 관련을 가지고 있음을 부인할 수가 없다.

본 연구에서는 건조과정중의 색채의 변화현상과 색소성분의 증감현상을 종합적으로 연구하고자 하였다.

78년 수원시험장에서 경작한 황색종 Hicks를 시료로 하고, 현재 시행되고 있는 건조방법에 의해 건조를 진행했다. 건조를 시작하여 끝날 때까지 색채의 변화를 추적하고 이에 따르는 색소성분 (chlorophyll a, b와 carotene)의 변화 경향 그리고 잎담배에 있어 기본성분인 전질소, 전당과 니코틴의 변화정도도 조사하여 함께 고찰하고자 하였다.

## II. 실험

### 1. 시료 및 장치

시료는 1978년도 수원시험장에서 관행으로 재배한 황색종 Hicks의 수확엽중 상위엽, 중위엽, 하위엽을 각각 35엽을 채취하여 실험방법 2.3에 기술된 건조조건으로 건조를 진행하였으며, 건조를 시작할 때, 건조 20hr, 41hr, 55hr, 70hr, 105hr 마다 상, 중, 하위엽을 각각 5엽을 채취하여 분석시료로 사용하였다.

장치는 color and color difference meter, (Nippon Denshoku Kogyo Co. LTD)를 사용하여 색도를 측정하였고 흡광도는 Recording Spectrophotometer, (Hitachi Co.)를 사용하여 측정하였다.

### 2. 실험방법

색도 측정: 시료의 채취는 Fig. 1과 같이 잎의 상위, 중위, 하위부분을 6mm 지름의 cork borer로 punching하여 Color and Color difference meter로 각 30회 측정하고 그 평균치를 Commission International de l'Eclairage (C.I.E.) 색도좌표로 표시하였다.

total chlorophyll, chlorophyll a, chlorophyll b의 정량법<sup>10)</sup>: 시료는 색도 측정후의 원형시료를 사용하였으며, 이 시료 1gr.에 85% 아세톤 10ml를 가하고 탄산칼슘 약 0.1 gr를 넣어 막자사발에서 갈아서 유리섬유를 간 깔때기에서 거르고 막자사발에 남은 녹색 물질이 완전히 없어질 때까지 85% 아세톤으로 씻어 내어 100ml 눈금플라스크에 모으고 아세톤으로 표시까지 채웠다.

이 용액 50ml를 정확히 취하여 분액깔때기에 넣고 에테르 50ml를 가한 다음 물 100ml를 넣고 추출하여 물층을 버린다.

이 조작을 셋번 되풀이 하고 에테르층을 100ml 눈금플라스크에 모아서 에테르 100ml가 되도록 한 다음 파장 642.5nm, 660.0nm에서 흡광도를 측정하여 다음식에 의해 chlorophyll의 양을 계산하였다.

$$\text{Total chlorophyll (mg/h)} = 7.12 \log_{10} \frac{I_0}{I} \text{ (at 660.0nm)} + 16.8 \log_{10} \frac{I_0}{I} \text{ (at 642.5nm)} \dots\dots\dots(1)$$

$$\text{chlorophyll a (mg/h)} = 9.93 \log_{10} \frac{I_0}{I} \text{ (at 660.0 nm)} - 0.777 \log_{10} \frac{I_0}{I} \text{ (at 642.5nm)} \dots\dots\dots(2)$$

$$\text{chlorophyll b (mg/h)} = 17.6 \log_{10} \frac{I_0}{I} \text{ (at 642.5 nm)} - 2.81 \log_{10} \frac{I_0}{I} \text{ (at 660.0 nm)} \dots\dots\dots(3)$$

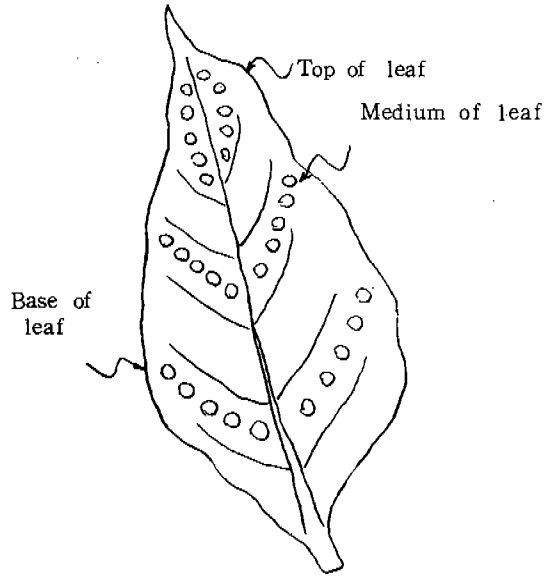


Fig. 1 Location of leaf disc sample on a tobacco leaf

total carotene 과  $\beta$ -carotene의 정량법<sup>10)</sup>: carotene 분석용 크로마토그래프관은 지름 22mm, 길이 75mm의 유리관에 유리섬유를 깔고 활성 산화마그네슘과 활성 규조토 (diatomaceous earth)를 1대1의 비율로 혼합한 것을 관에 약 10cm 높이로 채우고 그 위에 활성나트륨을 1cm 높이로 채워서 사용하였다.

시료는 색도를 측정한 원형 시료 1gr.를 막자

사발에 넣고 아세톤과 hexan 4대 6의 혼합용매 20ml를 넣은 다음 탄산마그네슘 0.1gr.를 시료와 함께 넣어서 분쇄하였다.

막자사발에 묻어 있는 색소성분을 아세톤과 hexan 1대 9의 혼합용매 50ml로 씻어내어 시료용액에 합하여 거른 다음 추출용액을 크로마토그래프 관에 넣고 감압으로 100ml 눈금플라스크에 뽑아서 아세톤과 hexan 1대 9의 비율로 혼합한 혼합용매를 사용하여 100ml가 되도록 한다.

분리된 시료용액을 파장 463mm에서 흡광도를 측정하여 다음 식에 의해 Total carotene의 양을 계산한다.

$$\text{Total carotene (mg/h)} = \frac{(A \times 100)}{(196 \times L \times W)}$$

A : Absorbance at 463nm

L : Cell length in cm

W : Sample(gr./100ml)

$\beta$ -Carotene의 정량은 표준시약 1mg.을 acetone과 hexane 1대 9의 혼합용액 100ml에 용해하여 10  $\mu\text{g/ml}$  용액을 만든다음 이 용액을 2  $\mu\text{g/ml}$ , 4  $\mu\text{g/ml}$ , 6  $\mu\text{g/ml}$ , 8  $\mu\text{g/ml}$  되게 희석하여 463nm에서 흡광도를 측정하여 검량선을 작성하였다. column chromatography에서 분리한 시료용액을 463nm에서 흡광도를 측정하고 검량선에 의해  $\beta$ -carotene의 양을 계산하였다.

### 3. 건조방법

Flue-curing에 상용되는 bulk 건조기내에서 황변은 20hr 동안 38  $\pm$  1  $^{\circ}\text{C}$ 로 유지하였으며 색택고정은 21hr 동안 39  $^{\circ}\text{C}$ 에서 43  $^{\circ}\text{C}$ 까지 유지하다가 다시 14hr 동안 43  $^{\circ}\text{C}$ 에서 50  $^{\circ}\text{C}$ 까지 지속하였다. 증폭건조는 15hr 동안 50  $^{\circ}\text{C}$ 에서 57  $^{\circ}\text{C}$ 까지, 점진적으로 승온시켰으며 최종 35hr은 57  $^{\circ}\text{C}$ 에서 72  $^{\circ}\text{C}$ 까지 온도를 상승시켰으며 건조는 105hr 걸려 잎담배를 완전히 건조하였다.

### III. 결과 및 고찰

건조를 진행하면서 착엽위치에 따라 C.I.E.

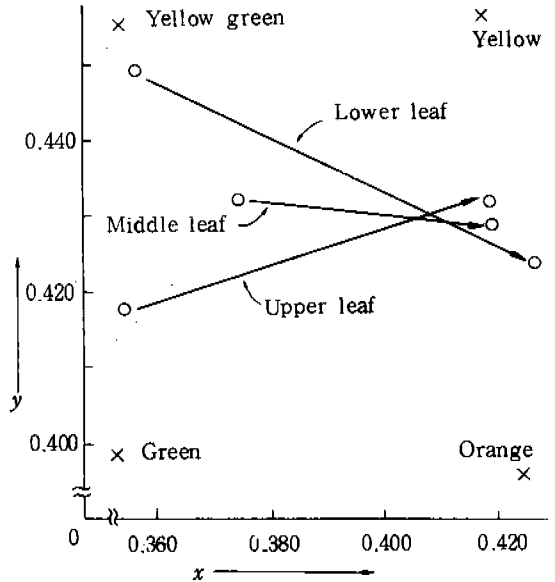


Fig. 2 The color change of tobacco leaf on C.I.E. diagram during flue-curing

색도를 측정한 결과는 fig. 2와 같았다.

건조를 시작할 때에는 상위엽이  $x=0.354$ ,  $y=0.418$ 로서 녹색이 짙었고 중위엽은  $x=0.375$ ,  $y=0.433$ , 하위엽은  $x=0.356$ ,  $y=0.448$ 로서 하위엽일수록 황녹색에 가까웠다.

건조가 진행됨에 따라 상위엽은  $x=0.352 \rightarrow 0.420$ ,  $y=0.418 \rightarrow 0.437$ 로 측정되었으며 황색과 등색의 중간색상으로 변하는 현상을 볼 수 있었고 중위엽, 하위엽은 처음에는 서로 현저한 차이를 보이다가 건조가 끝날 무렵에는 착엽위치에 큰 관계가 없이 황색과 등색의 중간색상으로 접근하고 있었다.

이 과정을 fig. 2와 같이 색도를 측정하고 색소성분인 total-chlorophyll, chlorophyll a, b,  $\beta$ -carotene과 total carotene의 양을 조사한 결과는 table 1과 같았다.

건조시작 때와 시작후 20hr, 41hr, 55hr, 70hr, 105hr을 기준으로 하였는데 이는 현재 상용되고 있는 건조방법에 따른 것이다.

total chlorophyll을 보면 건조를 시작할때 상위엽은 2,002  $\mu\text{g/gr}$ , 중위엽은 1,597  $\mu\text{g/gr}$ 로서 fig. 2에서 상위엽일수록 녹색이 짙은 것과 chlorophyll의 함량과 잘 일치한다.

Table 1. The variation of pigments concentration in tobacco leaf during Flue-curing period

Stalk Position.	Flue-curing Hours.	Total Chlorophyll (ug/gr.)	Chlorophyll a.	Chlorophyll b.	Total Carotene (ug/gr.)	$\beta$ - Carotene .
Upper	0	2,002	1,337	666	373	165
	20	1,258	818	441	598	309
	41	264	201	52	331	147
	55	946	658	237	2,282	1,009
	70	632	281	352	3,003	1,165
	105	473	201	274	1,050	454
Middle	0	1,597	1,085	514	443	196
	20	454	303	151	587	260
	41	305	219	87	866	383
	55	249	196	53	950	420
	70	376	151	225	1,215	537
	105	428	176	253	1,028	455
Lower	0	1,131	803	329	712	315
	20	289	186	104	330	146
	41	123	77	46	982	434
	55	184	100	85	1,062	466
	70	230	156	222	1,230	544
	105	175	74	103	1,039	454

total carotene 은 상위엽이  $373 \mu\text{g}/\text{gr.}$ , 중위엽이  $443 \mu\text{g}/\text{gr.}$ , 하위엽이  $712 \mu\text{g}/\text{gr.}$  로서 chlorophyll 의 함량경향과는 반대현상이 나타났는데 chlorophyll 은 녹색에 carotene 은 황색계열에 기여하는 물성적 특징을 보아서도 짐작이 된다.

total chlorophyll 은 상위엽  $2,002 \mu\text{g}/\text{gr.}$  가 건조가 끝날 무렵에는  $473 \mu\text{g}/\text{gr.}$  로 점차 감소하였고 중위엽은  $1,597 \mu\text{g}/\text{gr.} \rightarrow 428 \mu\text{g}/\text{gr.}$ , 하위엽은  $1,131 \mu\text{g}/\text{gr.} \rightarrow 175 \mu\text{g}/\text{gr.}$  로서 같은 감소경향을 보여 주었다.

이와는 달리 total carotene 은 상위엽  $373 \mu\text{g}/\text{gr.}$  가 건조 70 hr. 후에  $3,003 \mu\text{g}/\text{gr.}$  로 증가를 하다가 건조가 끝나는 105 hr. 에는  $1050 \mu\text{g}/\text{gr.}$  로 다시 감소하는 경향을 보였으며, 중위엽은  $443 \mu\text{g}/\text{gr.} \rightarrow 1,215 \mu\text{g}/\text{gr.} \rightarrow 1,028 \mu\text{g}/\text{gr.}$  로, 하위엽은  $712 \mu\text{g}/\text{gr.} \rightarrow 1,230 \mu\text{g}/\text{gr.} \rightarrow 1.0$

$39 \mu\text{g}/\text{gr.}$  를 나타내어 착엽위치에 관계없이 모두 같은 경향을 보였다.

carotene 의 경우도 chlorophyll 과 같이 감소현상이 지속된다는 Weybrew<sup>13, 16</sup> 의 연구와는 다른 경향을 나타내었는데 건조시간 70 hr 을 정점으로 하여 그 이후는 계속 감소할 것이라는 예상은 할 수 있다.

total carotene 은  $\beta$ -carotene 과 neo- $\beta$ -carotene 의 합량이며 Weybrew<sup>15</sup> 에 의하면 그 비율이 68:32 라고 하였으나 이 연구에서는 약 40:60 으로서 반대되는 현상을 보였다.

chlorophyll a, b 간의 관계를 구명하고자 chlorophyll b 에 대한 chlorophyll a 의 변화율과 건조시간을 변수로 하여 plot 한 결과 Fig. 3 과 같이 하위엽은 건조시간이 경과됨에 따라 chlorophyll a/chlorophyll b 가 완만하게 감소하는 경향이 있었지만 상위엽과 중위엽에서는

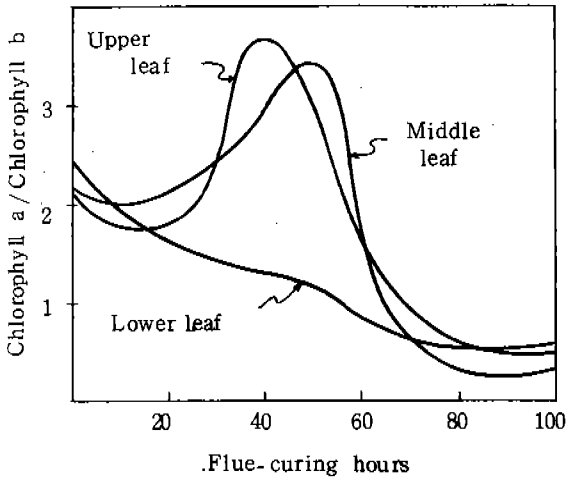


Fig. 3 The variation pattern of chlorophyll a / chlorophyll b as a function of curing time

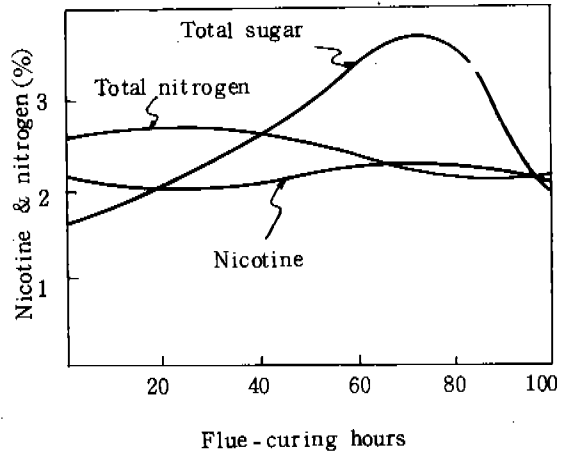


Fig. 4 The concentration change of nicotine, total nitrogen and total sugar as a function of Flue-curing time

건조시간 40~50 hr 까지는 급격히 증가하다가 70hr까지 다시 급격히 감소하였다.

이러한 현상은 건조시간 40~50hr까지는 chlorophyll a의 감소속도 보다 chlorophyll b의 감소속도가 컸고 40~50hr이 지나서 70hr이 될때까지는 chlorophyll a의 감소속도가 큰 것을 의미하고 있다.

70hr이 지나면서 부터 상위엽, 중위엽, 하위엽 모두가 안정기에 들어가고 있음은 이들의 감소속도가 완만한 것을 보아도 알 수 있다.

색도와 색소성분의 변화과정에 있어서 잎담배의 기본성분이 되고 있는 전 질소, 전 당과 니코틴을 조사한 결과 fig. 4와 같았다.

중위엽을 시료로 하고 색도측정과 색소성분조사를 병행하여 같은 시점에서 행하였다.

니코틴과 전 질소는 건조시간에 따라 큰 변화는 없이 2~3% 수준을 유지하였으나 전 당은 최초 17%이던 것이 70hr이 경과한 후에는 35%까지 증가하다가 다시 감소하여서 건조가 끝나는 105hr 후에는 본래의 함량과 비슷하게 16%로 되었다.

角昭美<sup>2)</sup>의 연구에서 황변초기에는 녹말과 당이 함께 증가하는 경향을 보이다가 중기이후부터 점차 감소하였다는 결과와 일치하고 있다.

이상의 실험에서 C.I.E. 색도와 Table 1.에서 chlorophyll 과 carotene 의 함량을 건조과정 에 따라 비교하면 Fig. 5와 같았다.

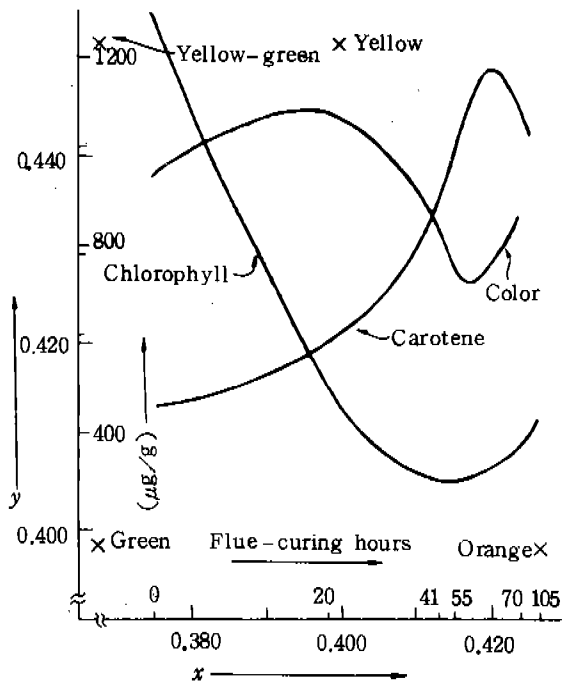


Fig. 5 Relationship between color and its components.

시료는 중위염을 기준으로 하고 C. I. E. 색도는  $x, y$ 로 표시하였으며 색상의 변화에 따르는 색소성분의 변화경향을 보았다.

chlorophyll은 건조 초기  $1,597\mu\text{g}/\text{gr.}$ 가 70hr이 경과되면서  $375\mu\text{g}/\text{gr.}$ 로 감소할 때 total carotene은  $443\mu\text{g}/\text{gr.}$ 에서  $1,215\mu\text{g}/\text{gr.}$ 까지 증가하였으며 색도는  $x=0.374 \rightarrow 0.420$   $y=0.433 \rightarrow 0.428$ 로서 황녹색이 황색과 등색의 중간 색상으로 변하였다.

건조시간 70hr 이후에는 chlorophyll은  $376\mu\text{g}/\text{gr.} \rightarrow 428\mu\text{g}/\text{gr.}$ , carotene은  $1,216\mu\text{g}/\text{gr.}$ ;  $1,028\mu\text{g}/\text{gr.}$ , 색도는  $x=0.420 \rightarrow 0.422$ ,  $y=0.428 \rightarrow 0.431$ 로서 변화의 양이 70hr 이전에 비하여 극히 적었는데, 이미 색도와 색소성분이 70hr을 기점으로 선택고정기에 들어가 있음을 잘 보여주고 있다.

황색증 우량염의 색도에 대한 安陪勲의 연구<sup>(1)</sup> 결과  $x=0.42 \sim 0.44$ ,  $y=0.43 \sim 0.445$ 까지 이르는 황색내지 등색이였음에 비하여 본 연구에서는 70hr 이후  $x=0.420 \sim 0.422$ ,  $y=0.428 \sim 0.431$ 로서 이 연구에서 지적한 우량염의 범주에 해당하였다.

그리고 fig. 5에서 건조가 진행됨에 따라 C. I. E. 색도  $y$ 의 값은 0.42에서 0.50의 범위에서 증감현상이 일어나고 있는데  $x$ 의 값은 0.37에서 0.43까지 증가현상만이 계속되었다.

색상을 지배하고 있는 chlorophyll과 carotene을 C. I. E. 색도  $x$ 의 값과의 상관성을 조사해 본 결과 상관계수  $r$ 은  $r=-0.96^{**}$ 으로 고도의 유의성이 있었다.

이에 따라 chlorophyll/carotene의 비와  $x$ 의 값을 가지고 회귀식을 구한 결과

$$\bar{y} = 28.87 - 68.375x$$

$$x : \text{C. I. E. 색도의 } x \text{의 값}$$

$$\bar{y} : \text{chlorophyll/carotene}$$

식과 같았다.

chlorophyll의 전량이 분해되어서  $y \rightarrow 0$ 인 점의 C. I. E. 색도  $x$ 의 값은 0.422로서 安陪勲<sup>(1)</sup>의 연구의 우량염의 범주에 해당한다.

건조시의 온도에 의한 chlorophyll과 carotene의 증감과 색도와와의 이론적인 연구는 앞으로 계속되어져서 건조 최적온도와 합리적인 건조방법의 개발연구가 있어야 할 것이다.

## 参 考 文 献

1. 安陪勲, 葉たばこ研究, 55: 7, (1970)
2. Free, S.M., Weybrew, J.A. and Monre, R.J., N.C., Agric. Exp.st., Agron. Dep., Research Report, No. 2, (1953).
3. 角昭美, 晋野試驗研報, No. 10, 3; 25, (1970)
4. 전매기술연구소편, 담배 분석법, (1971)
5. M. Imamura, and S. Shimizu, Plant & cell physiol. 15; 187, (1974)
6. 稻葉泰, 安正一, 水戸煙試業報, 59, (1951)
7. Y. Mukohata, T. yagi, A. Matsuno and M. Higashida, Plant & cell physiol. 14: 119 (1973)
8. Official Methods of Analysis of the A.O.A.C., 11th ed., 52 (1970)
9. *Ibid*, 769 (1970)
10. Paavo, H. Hgnninen and Sandro Assandri, Acta chemica Scand., 27, 5: 1478 (1973)
11. Vivekanandan and A. Gnanam, Plant Physiol., 55: 526 (1975)
12. Weybrew, J. A., Tobacco, 144(1): 118 (1957)
13. Weybrew, J. A., and Green, P. E. Jr., *Ibid*, 146: 24 (1958)
14. Weybrew, J. A., and Green, P. E. Jr., Science, 115 (1952)
15. Weybrew, J. A., Tobacco Sci., 14, 1: 18 (1957)
16. Zapkowa, N., Inst. d. Tabakindustrie, 118: s, 65, (1935).