

연초 수확업의 속도가 색채 및 색소물질 함량에 미치는 영향

이철환*, 진정의, 한철수
한국인삼연초연구원 대구시험장
(1996년 2월 14일 접수)

Influence of Maturity on the Plastid Pigments and Chromatic Characteristics of Paddy Tobacco

Chul-Hwan Lee*, Jeong-Eui Jin and Chul-Soo Han
Taegu Experiment Station, Korea Ginseng & Tobacco Research Institute
(Received Feb. 14, 1996)

ABSTRACT : Field experiment was conducted to get the basic information about the difference in color and plastid pigments at the different stage of harvest of flue-cured tobacco cultivated in paddy field, and compared to upland ones. All tested crops were primed in lots of 3 to 4 at each priming, beginning at the bottom of the plant. Leaf pigments and chromatic values of tobacco leaves were determined in samples collected at weekly intervals, and according to analyses obtained from 4 stalk positions. By the degree of maturity, leaves harvested were separated with visual characters into four classes of immature, mature, ripe and mellow. Regardless of stalk position, chlorophyll contents was higher in the order of immature > mature > ripe > mellow, respectively. In fresh leaves, chlorophyll levels was higher with ascending stalk position. chlorophyll a and b in cured leaves were less than 10% of the amount present at harvest, and it was estimated that maturity condition also influenced the rates of degradation of plastid pigments. Fully mature leaves of upland diverted from paddy field showed slightly higher in chlorophyll contents than in those of upland tobacco ones but somewhat lowered in L^* and b^* values, and there was no difference in a^* value.

Keywords : plastid pigments, maturity, chromatic values

* 연락처자 : 711-820, 대구광역시 달성군 하빈면 현내동345, 한국인삼연초연구원 대구시험장

* Corresponding Author : *Korea Ginseng & Tobacco Research Institute, Taegu Experiment Station, 345 Hyunnai-Dong, Habin-Myun, Dalsung-Kun, Taegu 711-820, Korea*

잎담배는 종류별로 제조용도에 따른 수확 및 건조방법이 정해져 있으며, 생산기술 향상을 통한 지속적인 재배법 개선으로 수확, 건조방법은 발전적 안정단계로 정착되고 있으나 잎담배의 품질은 지금까지의 연구결과로는 건조, 저장 숙성방법등 여하한 방법을 취한다 해도 수확당시 품질이상의 것을 얻을 수는 없으며(Wolf and Wolf, 1955 ; Gwynn, 1969), 수확된 시점에서 이미 원료잎담배로서의 품질이 결정되므로(Weybrew, 1957 ; Stinson, 1949) 건조조작에 앞서 적절한 속도의 잎담배 수확이 강조되고 있다(Suggs, 1986 ; Gwynn, 1974).

최근 경작여건의 변화와 기계화의 도입으로 대규모 전업경작이 가능한 담전전환지의 재배면적이 증가되는 추세이나 담전전환지에서 생산된 잎담배는 발담배와 비교하여 토양환경조건등의 차이로 성숙양상이 다르고 후작물을 고려한 조기수확 등으로 품질이 떨어지는 것으로 알려져 있다(本田, 1970 ; 和田等, 1984 ; Sekin et al, 1987). 따라서 본 연구는 담전전환지 잎담배에서 수확기를 달리 처리하고 성숙도별로 색채와 색소물질 함량차이를 조사분석하여 담전전환지 잎담배의 적정 속도판단 기준 설정을 위한 기초자료로 이용하고자 수행하였다.

재료 및 방법

공시품종은 NC82를 사용하였고 시험포지는 전작물로 수도를 재배한 한국인삼연초연구원 대구시험장내의 pH5.5전후의 담전전환지를 선정하였으며, 이식은 남부지역 이식최성기인 4월 10일에 재식거리 115 x 38cm의 밀도로 개랑멀칭으로 하였다. 시비량은 퇴비 1200kg/10a에 연초용 복합비료(N - P₂O₅ - K₂O : 13-7-25) 80kg/10a를 전랑기비로 시여하였고, 기타는 황색종 표준재배법에 준하였다. 시험구 배치는 대조구로 발담배 완숙구를 두고 논담배는 미숙, 적숙, 완숙, 과숙구의 4처리로 하였고, 수확시기는 미숙구는 적심직후, 적숙구는 적심후 10일, 완숙구는 적심후 17일, 과숙구는 적심후 24

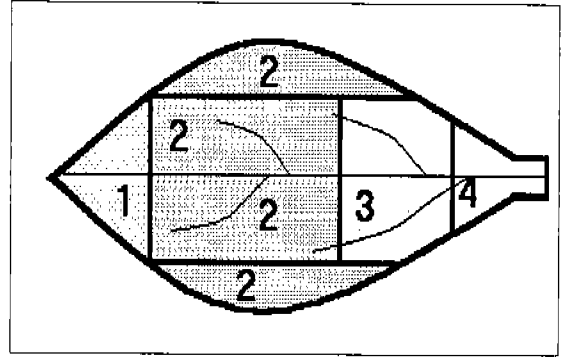


Fig. 1. The order of Maturity in fresh leaf
1. Immature 2. Mature 3. Ripe 4. Mellow

일경에 각각 수확하였으며, 성숙정도 판정 기준은 잎의 성숙순서 (그림1)을 참고로 엽선하여 범위내의 것을 시료로 취하였다. 적심후 수확엽수는 처리구 모두 18매로 하였으며, 하위엽에서 상위엽방향으로 각각 하엽(1~4위엽), 중엽(5~9위엽), 본엽(10~14위엽), 상엽(15~18위엽)으로 구분하였고, 황변경과는 38℃, 95%RH의 밀폐조건하에서 12시간간격으로 84시간까지 경과시간에 따른 속도별 황변율과 갈변율을 조사하였다. 토양화학성 분석은 농업기술연구소 토양화학분석법(1988)에 따랐으며, chlorophyll과 carotenoid 함량은 한국인삼연초연구원 담배성분분석법(1991)에 준하였다. 색채조사는 중지맥을 제외하고 엽의 선단부와 중앙부 및 엽병부의 3부위를 취하여 색채계(ND-101D)로 측정하고 JISZ 8729에 따른 L*, a*, b*치로 나타내었다.

결과 및 고찰

공시포지 토양의 이화학성은 Table 1에서와 같이 토성은 국내 논토양에서 가장 많이 분포되고 있는 사질양토였고 pH는 5.6, 유기물과 유효인산 함량은 전국 논토양 평균치와 대등하였으며, K, Ca, Mg등의 치환성 양이온함량은 다소 낮았다.

성숙정도별 수확엽의 색소물질 함량은 Table2에서와 같이 엽중 chlorophyll함량은 chlorophyll a와 b 모두 미숙엽이 가장 높았고 적숙 > 완숙 > 과

Table 1. Physico-chemical properties of soil used in the experiment.

| pH | OM ----(%)---- | T-N | Av.P ₂ O ₅ (ppm) | Exch.cations | | | CEC | Soil | | | |
|-------|-------------------|------|---|-----------------------|------|------|------|-----------|------------|------|------|
| | | | | K | Ca | Mg | | texture | properties | | |
| | | | | | | | | | sand | silt | clay |
| (1.5) | | | | ----- (me/100g) ----- | | | | | | | |
| 5.6 | 1.51 | 0.12 | 101 | 0.46 | 4.08 | 1.51 | 10.9 | silt loam | 21.8 | 51.6 | 26.6 |

속 순이었으며, 또한 상위엽일수록 높았고 과숙엽이 되면 급격히 저하되는 것으로 나타나며, 적숙엽과 완숙엽은 대등하였으나 완숙엽에서 다소 낮았다. 논, 밭담배간에는 논담배가 밭담배에 비하여 엽분에 관계없이 chlorophyll함량이 높았고, carotenoid함량에서도 비슷한 경향으로 나타났다. 일종의 질소화합물에 속하는 엽록소는 생육시기가 경과하면 질소의 흡수가 저하되어 그 형성이 쇠퇴하고 퇴색되며 성숙의 징후로서 황록색을 띠지만 수확엽은 상당량이 잔존하며(Walker, 1968), chlorophyll수준은 상위엽일수록 높고 수확 1-2주 전이 0.68~2.49mg/g정도이나 수확직전에는 0.35~0.78mg/g까지 감소한다는 Gwynn(1978)의 결과와 품종에 따라 다르나 버어리종은 엽후가 주로 색소물질 농도와 관련이 깊고(Griffith, 1984), 하

위엽이 상위엽보다 free chlorophyll함량비율이 높았다는 보고(Steffens, 1960)등과 시험결과는 유사하였고, 황색종의 색소물질함량 변화는 적숙기부터 12일까지 xanthophyll과 carotenoid계 색소가 같은 비율로 소멸된다는 Stinson(1941)의 결과와는 다소 상이하였으나 이는 품종, 토양 및 기후조건, 속도판단기준등의 차이에 기인되는 것으로 해석된다.

수확엽의 성숙정도별 색상(Table 3)에서 명도와 황색도는 미숙 < 적숙 < 완숙 < 과숙순으로 나타나 성숙이 진전될수록 높았고 적색도는 속도와 관련하여 일정한 경향이 없었다. 명도는 착엽위치간의 차이는 적었으나 하엽이 가장 높았고, 속도간에는 미숙엽과 적숙엽은 본엽이, 완숙엽과 과숙엽은 중엽이 높게 나타나 수확기가 늦어질수록 중엽

Table 2. Plastid pigment concentrations in tobacco leaves at different stage of maturity.

| Field | Maturity | Plastid pigments(mg/ ℓ) | | | | | | | | | | | | | | | |
|--------|----------|-------------------------|------|------|------|---------------|------|------|------|-------------------|------|------|------|-------------|------|------|------|
| | | Chlorophyll a | | | | Chlorophyll b | | | | Total Chlorophyll | | | | Carotenoids | | | |
| | | ① | ② | ③ | ④ | ① | ② | ③ | ④ | ① | ② | ③ | ④ | ① | ② | ③ | ④ |
| Upland | Ripe | 0.98 | 2.86 | 3.09 | 3.67 | 0.47 | 0.52 | 0.65 | 0.96 | 1.46 | 3.36 | 3.73 | 4.61 | 0.22 | 0.25 | 0.31 | 0.46 |
| | Immature | 5.42 | 5.33 | 5.87 | 6.31 | 2.42 | 2.40 | 2.45 | 3.20 | 7.83 | 7.73 | 8.30 | 9.50 | 1.18 | 1.19 | 1.22 | 1.55 |
| Paddy | Mature | 2.84 | 3.54 | 3.70 | 4.24 | 1.00 | 0.84 | 1.32 | 1.44 | 3.85 | 4.37 | 5.01 | 5.69 | 0.49 | 0.45 | 0.63 | 1.70 |
| | Ripe | 2.72 | 3.14 | 3.24 | 3.95 | 0.71 | 0.67 | 0.79 | 1.38 | 3.44 | 3.81 | 4.02 | 5.30 | 0.35 | 0.34 | 0.39 | 0.66 |
| | Mellow | 0.55 | 0.60 | 0.91 | 1.44 | 0.12 | 0.16 | 0.20 | 0.26 | 0.68 | 0.75 | 1.12 | 1.69 | 0.05 | 0.07 | 0.10 | 0.13 |

Note : ①, ②, ③, ④ : means Lugs, Cutters, Leaf and Tips leaves, respectively.

Table 3. Chromatic characteristics in tobacco leaves at different stage of maturity.

| Field | Maturity | Chromatics | | | | | | | | | | | |
|--------|----------|------------|------|------|------|-------|-------|-------|-------|------|------|------|------|
| | | L | | | | a | | | | b | | | |
| | | ① | ② | ③ | ④ | ① | ② | ③ | ④ | ① | ② | ③ | ④ |
| Upland | Ripe | 64.6 | 63.8 | 63.2 | 62.4 | - 7.5 | - 9.1 | - 8.4 | - 9.8 | 28.0 | 28.4 | 28.1 | 28.6 |
| | Immature | 44.2 | 41.8 | 42.2 | 40.1 | - 8.9 | -15.0 | -19.5 | -20.1 | 20.4 | 21.9 | 19.7 | 19.7 |
| Paddy | Mature | 53.2 | 47.4 | 48.5 | 48.4 | -14.7 | -13.4 | -17.7 | -18.9 | 25.0 | 25.2 | 23.4 | 23.6 |
| | Ripe | 58.5 | 57.6 | 56.5 | 54.3 | -10.7 | -14.2 | -13.4 | -15.0 | 28.3 | 28.1 | 27.5 | 26.6 |
| | Mellow | 65.0 | 65.0 | 63.6 | 62.6 | - 4.8 | - 6.6 | - 5.6 | -10.5 | 33.3 | 32.5 | 27.3 | 28.4 |

Note : L*, a*, b* Values represent the index of lightness, red and yellow in chromatic values, respectively.
 Note : ①, ②, ③, ④ : means Lugs, Cutters, Leaf and Tips leaves, respectively.

이 상대적으로 높았다 황색도는 하, 중엽이 본, 상엽에 비해 높았으며 수확기가 늦을수록 증가하였다.

논, 밭담배간에는 동일속도(완숙엽)에서도 논담배는 밭담배에 비하여 명도와 황색도에서 모두 낮았으며, 수확기가 더 늦은 논담배 과숙엽이 밭담배 완숙엽과 대등한 정도였다. 수확엽의 색상중 적색도가 속도간에는 일정한 경향이 없었으나 상

위엽일수록 높았던 것은 chlorophyll함량은 상위엽일수록 높아 carotinoid계 색소물질의 발현이 억제된 결과라는 Gwynn(1978)의 보고로 해석될 수 있겠으나 동일 품종이라도 성숙정도의 판단기준, 수확시기와 기상여건에 따른 수확시의 chlorophyll 함량변화등이 상이한 조건에서는 엽분간 및 엽중 절대함량에서 다소 달랐다는 결과들 (Chaplin, 1975 ; Terrill, 1974)도 있어 지속적인

Table 4. Changes in leaf color of tobacco leaves at different stage of maturity during the period of curing.

| Field | Maturity | The time elapsed | | | | | | | |
|--------|----------|------------------|----|----|----|----|-----|-----|---------|
| | | 0 | 12 | 24 | 36 | 48 | 60 | 72 | 84 |
| | | ------(%)----- | | | | | | | |
| Upland | Ripe | 30 | 43 | 65 | 90 | 95 | 100 | 100 | 100(3) |
| | Immature | 10 | 20 | 30 | 47 | 57 | 80 | 85 | 95(20) |
| Paddy | Mature | 20 | 35 | 50 | 80 | 85 | 95 | 99 | 100(7) |
| | Ripe | 30 | 40 | 60 | 90 | 95 | 99 | 100 | 100(5) |
| | Mellow | 40 | 50 | 70 | 95 | 99 | 100 | 100 | 100(5) |

* Ratio of brownish color were shown in parentheses.

연구검토가 따라야 할 것이다.

Curing과정동안의 수확엽의 속도별 황변율에서 (Table 4) 미숙엽은 황변기간이 연장되어도 황변율을 85%정도에서 갈변이 뒤따르며, 적숙엽과 완숙엽은 72시간을 전후하여 황변이 완료되었고, 과숙엽은 48시간정도에서 만황이 이루어져 이후의 건조진행은 발담배 건조시보다 다소 빠르게 진행되어야 할것으로 판단되었다.

는, 발담배간에는 황변초기에 다소 차이가 있었으나 황변중기(황변율 80%전후)부터는 대등하게 진행되었다. 일반적으로 미숙엽일수록 수분함량이 많아 건조비율이 낮고 호흡손실량도 크며 내용성분 분해효소중 호흡효소군에 속하며 황변에 관여하는 oxidase에 비해 갈색색소의 생성과 갈변에 작용하는 peroxidase와 polyphenol oxidase의 활성도가 높아 황변이 지연되고 갈변이 동반된다는 Akehust(1981)의 주장과 carotinoid와의 관계에서 녹색에서 황색으로의 변환과 관련된 chlorophyllase의 작용력 저하 때문이라는 보고 (Gopalachari et al, 1970 ; Gwynn, 1969)등과 미숙엽에서 curing시간을 연장하여도 황변율을 85%정도에서 갈변이 동반된 시험결과는 대체로 일치하였다.

건조엽의 chlorophyll함량은 수확시기에 따른 잎의 성숙정도와 착엽위치에 관계없이 수확당시

엽중함량의 10%미만이었고 속도 및 엽분별 엽중함량차이는 수확엽의 경우보다 적었으나 전체적인 경향은 수확엽과 같았다(Table 5).

Chlorophyll함량은 성숙이 진전될수록 또한 하위엽위일수록 낮아지며, 완숙엽이 적숙엽에 비해 상대적으로 더 낮았고, 수확엽에 비해 차이는 적었으나 건조엽에서도 논담배는 발담배에 비해 다소 높았으며, 수확기가 가장 늦은 논담배 과숙엽이 발담배와 대등한 수준의 함량을 나타내었다. 적숙엽 수확시부터 12일정도까지는 녹색 및 황색 색소가 전 엽분에 걸쳐 같은 비율로 소실된다는 시험결과 (Stinson, 1949)도 있으나 건조된 잎담배의 chlorophyll a와 b함량은 수확엽의 10%전후이며, 성숙기간이 길어질수록 함량은 저하되고(Tso, 1990 ; Court and Hendel, 1984) 색소물질 농도는 엽후와 관련이 깊어 후엽일수록 높았다는 Griffith (1984)등의 결과와 대체로 일치되어 시험결과로 나타난 chlorophyll함량과 엽색변화에 비추어 완숙엽 수확이 보다 강조되어야 할것이며, 상위엽일수록 기존 발담배에 비하여 성숙기간은 더 길어야 할 것으로 고찰된다.

건조엽의 성숙정도에 따른 색채에서(Table6) 명도는 속도가 진행될수록 높았으나 적숙엽을 정점으로 낮아지며, 적색도는 반대로 성숙이 진전되면

Table 5. Comparison of plastid pigments concentration in cured leaves at different stage of maturity.

| Field | Maturity | Plastid pigments(mg/ l) | | | | | | | | | | | |
|--------|----------|--------------------------|------|------|------|---------------|------|------|------|-------------------|------|------|------|
| | | Chlorophyll a | | | | Chlorophyll b | | | | Total Chlorophyll | | | |
| | | ① | ② | ③ | ④ | ① | ② | ③ | ④ | ① | ② | ③ | ④ |
| Upland | Ripe | 0.09 | 0.20 | 0.25 | 0.29 | 0.05 | 0.09 | 0.12 | 0.13 | 0.15 | 0.29 | 0.36 | 0.41 |
| | Immature | 0.71 | 0.75 | 0.85 | 1.10 | 0.31 | 0.34 | 0.35 | 0.42 | 1.04 | 1.09 | 1.20 | 1.48 |
| Paddy | Mature | 0.24 | 0.31 | 0.36 | 0.38 | 0.09 | 0.12 | 0.15 | 0.16 | 0.33 | 0.46 | 0.52 | 0.54 |
| | Ripe | 0.19 | 0.21 | 0.28 | 0.31 | 0.08 | 0.10 | 0.11 | 0.13 | 0.25 | 0.32 | 0.38 | 0.42 |
| | Mellow | 0.15 | 0.18 | 0.23 | 0.27 | 0.07 | 0.08 | 0.12 | 0.12 | 0.24 | 0.27 | 0.33 | 0.37 |

Note : ①, ②, ③, ④ : means Lugs, Cutters, Leaf and Tips leaves, respectively.

Table 6. Chromatic characteristics in cured leaves at different stage of maturity.

| Field | Maturity | Chromatics | | | | | | | | | | | |
|--------|----------|------------|------|------|------|-----|-----|------|------|------|------|------|------|
| | | L | | | | a | | | | b | | | |
| | | ① | ② | ③ | ④ | ① | ② | ③ | ④ | ① | ② | ③ | ④ |
| Upland | Ripe | 69.5 | 71.3 | 68.4 | 64.0 | 5.8 | 7.1 | 9.0 | 9.3 | 45.0 | 48.9 | 50.6 | 47.4 |
| | Immature | 59.4 | 59.8 | 54.7 | 54.5 | 6.4 | 8.6 | 10.8 | 11.5 | 43.8 | 45.7 | 46.4 | 41.6 |
| Paddy | Mature | 65.8 | 66.9 | 63.4 | 60.6 | 6.0 | 6.1 | 9.3 | 9.5 | 45.1 | 45.0 | 50.2 | 47.6 |
| | Ripe | 69.0 | 70.1 | 65.3 | 62.5 | 5.4 | 5.5 | 8.6 | 9.1 | 44.4 | 43.8 | 49.0 | 46.1 |
| | Mellow | 63.6 | 67.8 | 65.1 | 64.6 | 5.5 | 5.6 | 8.1 | 7.3 | 39.4 | 39.3 | 44.4 | 45.5 |

Note : L, a, b Values represent the index of lightness, red and yellow in chromatic values, respectively.
 Note : ①, ②, ③, ④ : means Lugs, Cutters, Leaf and Tips leaves, respectively.

낮아지는 것으로 나타났다. 황색도는 적숙엽이 가장 높고 완숙엽이 되면 다소 저하되며, 과숙엽까지 성숙기간이 길어지면 큰폭으로 떨어지나 상위엽의 저하율은 둔화되는 경향이었고, 논, 밭담배비교에서는 논담배완숙엽이 밭담배완숙엽에 비해 L, a, b치에서 모두 낮았다. 건조엽의 색상관정은 육안감정을 수치적으로 보완하는 정도이며 실제 색의 계수화는 가능하였지만 색의 실질적인 인식은 상당히 난해하고 색상의 분포범위도 중첩되어 구분이 명확치 않다는 주장(本田,1970)도 제시되고 있으나 육안에 의한 색차구별 가능범위는 일반적으로 L, a, b수치가 0.5차가 있을때 약간 느낄수 있고 1.5이상이면 완전히 구별되며, 착엽위치별로도 상엽과 하엽은 Lab, 본엽은 La가 중엽은 b치가 크게 작용한다는和田等(1984)의 결과와 황색종에서는 미숙엽일수록 적색도가 증가하고 과숙엽이 되면 갈색색소의 증가가 많았다는 사실(Sekin et al, 1987 ; Burton and Kasperbauer, 1985)등과 비교하여 시험결과는 대체로 유사하게 나타났다.

결 론

기존 밭담배에 준하여 이루어지고 있는 담전전

환지 잎담배 수확에서 수확엽의 적정 속도 판단 기준확립을 위한 기초자료로 이용하기위해 성숙정도별로 색채와 색소물질 함량을 조사분석하였다. 수확엽의 chlorophyll함량은 엽분에 관계없이 미숙 > 적숙 > 완숙 > 과숙엽순이었고 수확엽의 색채는 명도와 황색도는 속도가 진행될수록 높았고 적색도는 일정한 경향이 없었다. 담전전환지 수확엽의 완숙엽은 밭완숙엽에 비하여 chlorophyll함량이 다소 높고, 색상에서 명도와 황색도가 낮았다. 건조엽의 chlorophyll함량은 수확엽의 10%미만이었고 엽분에 관계없이 속도가 진전될수록 낮았으며 적숙엽과 완숙엽간의 차이는 적었다. 건조엽의 색상은 속도가 많이 진전된 엽일수록 명도가 높고 적색도는 낮아지며, 황색도는 적숙엽을 정점으로 낮아지는 경향이였다. 황변진행율에서 미숙엽은 85%정도에서 갈변이 동반되며 과숙엽은 48시간내에 만황이 이루어지고, 적숙엽과 완숙엽은 세포사 이전에 완료되었으며 상호간 황변율은 대등하였다. 수확엽의 색채와 색소물질, 황변진행의 양부, 건조후의 색채와 잔존 색소물질 함량등을 고려한 담전전환지의 잎담배 수확적기는 기상 및 토양조건에 따라 다소 다르겠으나 적심후 17일경으로 판단되었다.

참 고 문 헌

1. Akehurst, B. C. (1981) Tobacco. p. 229-261. 2nd ed., Longman, London & New York.
2. Burton. H. R., and M. J. Kasperbauer (1985) Changes in chemical composition of tobacco *Nicotiana tabacum* lamina during senescence and curing. I. Plastid pigments. *J. Agric. Food chem.* 33:879-883.
3. Chaplin, J. F. (1975) Flue-cured tobacco with varied ripening patterns for modified harvest systems. *Agron. J.* 67:354-358.
4. Court, W. A., and J. G. Hendel (1984) Changes in leaf pigments during senescence and curing of flue-cured tobacco. *Canadian J. Plant Sci.* 64:229-232.
5. Gopalachari, N. C., A. S. Sastry, and D. Sabba Rao (1970) Effect of maturity of leaf at harvest on some physical and chemical properties of cured leaf of "Delcrest" flue-cured tobacco. *Ind. J. Agri. Sci.* 40:901-910.
6. Griffith, R. B., W. D. Valleau, and R. N. Jeffrey (1984) Chlorophyll and carotene content of eighteen tobacco varieties. *Plant physiol.* 19:689-693.
7. Gwynn, G. R. (1969) Influence of harvesting method on flue-cured tobacco. *Agron. J.* 61:429-433.
8. Gwynn, G. R. (1974) Modified system of production and harvest of flue-cured tobacco. *Tob. Sci.* 18:23-25.
9. Gwynn, G. R. (1978) Chlorophyll disappearance in yellow and green tobaccos. *Tob. Sci.* 22:141-143.
10. 本田暢苗 (1970) 灰褐色異常葉について. 葉たばこ研究 54:44-50
11. 농업기술연구소 (1988) 토양화학분석법 P.103-170.
12. 김찬호외 12인, 한국인삼연초연구소 (1991) 담배성분분석법 P.165-170.
13. Sekin, S., A. Ozcam, and A. Ural (1987) Pigment and chemical changes in two Turkish tobacco varieties at maturity and senescence and some correlation between leaf characteristics of green and cured tobaccos. *Turk Tarim ve Ormancilik Dergisi* 11:413-424.
14. Steffens, G. L. (1960) Chlorophyll of chloroplasts from connecticut shade tobacco leaves as they mature. *Tob. Sci.* 4:234-237.
15. Stinson, F. A. (1949) Ph.D Thesis : The distribution of plastid pigments of flue-cured tobacco during maturation and curing. N. C. State College, USA.
16. Suggs. C. W. (1986) Effects of tobacco ripeness at harvest on yield, value, leaf chemistry and curing barn utilization potential. *Tob. Sci.* 30:152-158.
17. Terrill, T. R (1974) Influence of harvesting variables. *Recent Advances in Tob. Sci.* Vol. 0 (Inaugural) : 50-51.
18. Tso, T. C. (1990) Production, Physiology, and Biochemistry of Tobacco Plant. IDEALS, Inc. Beltsville, Maryland, USA. pp. 75-634.
19. 和田憲徳, 執田博躬, 原和代, 桑野靜二, 江口恭三 (1984) グレ-葉の色彩および化學成分的な特徴について. 岡試報告 43:11-22.
20. 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.
21. Weybrew, J. A. (1957) Estimation of the plastid pigments on tobacco. *Tob. Sci.* 1:1-15.
22. Wolf, F. A., and F. T. Wolf (1955) The chlorophyll content of certain flue-cured and Turkish tobacco varieties. *Agron. J.* 47:8.