

황색종담배의 엽수조절이 생육형질 및 화학성분에 미치는 효과

정기택* · 반유선* · 유광근**

한국인삼연구소** 음성시험장*

Effect of Control of Leaf Number on Growth and Chemical Characteristics in Flue-cured Tobacco

Kee Taeg Jeong*, You Seon Ban*, and Kwang Kun Yoo**

Eumseong Experiment Station*, Korea Ginseng and Tobacco
Research Institute**

(Received Mar. 21, 1987)

ABSTRACT

The study was carried out to investigate the effect of control leaf number on growth and chemical characteristics, and on yield and quality in flue-cured tobacco. The rest upper leaves of 14, 16, and 18 leaves per plant were removed at button stage, and the plants were harvested 10, 12, and 16 leaves with discard 4 leaves of the bottom, respectively.

1. There were showed a tendency to increase in length (LL), width (LW), area (LA), fresh (LFW) and dry weight (LDW) per leaf as leaf numbers were decreased, while those per plant and the ratios of increase of those per plant were decreased.
2. In compensation effect (CE), there were increase in LL, LFW, LDW, LL/LW and LDW/LFW with each decreased in leaf numbers, while LW was decreased, LA unchanged.
3. There were significant increases in LL, LW, and LA at 5th~8th stalk positions form bottom (SP), while those at 13th~16th SP were decreased. Also, LDW at 5th~10th, and LDW/LFW and weight per unit leaf area at 11th~16th were increased as leaf numbers decreased.
4. Mean per plant and CE of nicotine were increased, but those of sugar were decreased with each decrease in leaf numbers. In addition, nicotine contents at 5th~14th SP except for 9th~10th were increased, otherwise sugar contents at 7th~14th were decreased.

5. There were showed a tendency to increase in grade per plant and in grade at 5th~8th SP, but decrease in CE of grade as leaf numbers were decreased. There were significant decrease in grade at 11th~14th SP. Also, ratio of 5 grade was decreased, while ratios of 3 and 4 grades were increased.
6. When the 2 leaves at 3rd~4th SP were harvested, price was decrease 2.6% and yield was increased 5.8%.
7. When the 6 leaves from convention were removed at button stage, effects of apparent, compensational, and net per leaf on yield were -3.9%, +2.6%, and -6.5%, respectively, and those on price were +1.1%, -1.6%, and +2.7%, respectively.

서 론

최근 외산잎담배의 수입개방으로 국산담배의 품질향상이 무엇보다도 중요하다. 재배학적인 면에서는 상급잎담배의 생산량을 증대시키고 하급잎담배의 생산량을 감소시키는 재배법이 절실히 요구된다.

재배방법에 의한 하급엽생출방지는 하위엽 2~3매를 방치하여 품질을 향상시키는 연구^{2,3,15)}가 이루어져 왔고 상위엽의 제거에 의한 품질변화에 대하여는 주로 적십의 차원에서 많이 연구^{5,6,7,12,14)} 되어 왔다. 현재의 황색종 잎담배의 재배방법은 개화초기에 치엽 2매를 적십하고 수확할 때 하엽 2매를 방치하는 것이다. 그러나 아직까지 하엽과 상엽에서 하급엽의 발생이 많아 엽수조절에 의한 품질향상법이 모색되어야 한다.

따라서 본시험은 조기에 상위엽의 제거와 하위엽을 방치할 때 남은 잎들의 생육형질, 화학적 특성 및 등급(kg당 가격)의 변화를 조사하여 품질을 향상시킬 수 있는 재배법연구의 기초자료를 얻기 위하여 실시하였다.

인 NC82를 4월 12일에 이식하였고 휴주기간은 105 cm × 45 cm (2, 116 주/10 a)로, 시비량은 복합비료(10-10-20)를 100 kg/10 a으로 하였으며 기타는 개량말칭표준재배법으로 재배하였다.

처리는 발퇴기에 하엽부터 18, 16 및 14매를 남기고 상위엽을 제거한 다음, 하위엽 4매를 방치하고 각각 14, 12 및 10매를 수확하는 3개의 엽수조절구와 개화초기에 20매를 남기고 상위엽(치엽 2매정도)을 적십한 다음, 하위엽 2매를 방치하고 18매를 수확하는 관행구로 하였으며 시험구배치는 난괴법 3반복으로 실시하였다.

생육조사는 엽위별로 엽장, 엽폭, 엽면적, 생엽중 및 건엽중 등을 적십할 때와 수확할 때마다 한 국민삼연초연구소의 생육조사 기준에 의하여 실시하였다. 수확건조한 잎담배를 엽위별로 층꼴을 제거한 다음 니코틴과 전당을 자동분석법⁹⁾으로 분석하였다. 등급조사는 건엽을 엽위별로 구분하여 한국전매공사의 잎담배 등급사정 방법인 육안 평가로 하였고 kg당가격은 1988년도 황색종 잎담배의 수납가격을 적용하였다.

결과 및 고찰

재료 및 방법

본 시험은 1988년도에 한국인삼연초연구소 음성시험장의 포장에서 실시하였다. 황색종 담배

1. 수확엽의 생육특성

가. 엽장과 엽폭

수확엽의 엽장과 엽폭은 표1에서 보는 바와

같이 엽수가 적을수록 주당으로는 감소하였고 평균엽(B)은 증가하는 경향이었으나 엽장에서는 유의차가 없었다. 발퇴기부터 수확기까지의 증가율(A)은 엽수가 적을수록 엽장과 엽폭에서 낮아지는 경향이었고 엽폭은 유의성 있는 감소를 보였다. 발퇴기에 엽수를 조절하여 수확기에 수확한 것의 평균치(B)와 관행에서 각 처리와 동일한 엽위의 평균치C(10매구는 관행구의 5~14위엽의 평균, 12매구는 관행의 5~16위엽의 평균, 14매는 관행의 5~18위엽의 평균치)를 비교하면 엽수조절에 의한 동일 엽위의 주당 효과를 알 수 있다. 그러므로 B/C를 엽수조절에 의한 보상효과라고 할 때 보상효과는 수확엽수가 감소함에 따라 엽장에서 증가하였으나 엽폭에서는 감소하였다.

엽위별 변화는 수확엽수가 적을수록 엽장과 엽폭이 모두 하위엽(5~8위)에서는 증가하였고 상위엽(13~16위)에서는 감소하였으나 중본엽(9~12위)에서는 유의차가 없었다.

나. 엽면적과 장폭비

엽면적과 장폭비는 표2에서 보는 바와 같다. 엽면적은 수확엽수가 적을수록 주당은 감소하였으나 평균 엽면적(B)은 증가하였다. 장폭비는 주당과 평균에서 유의차가 없었다. 증가율(A)은 수확엽수가 적을수록 엽면적은 감소하였으나 장폭비는 증가하였다. 보상효과 B/C는 엽면적은 차이가 없었으나 장폭비는 수확엽수가 적을수록 증가하였다. 엽위별 변화는 엽면적은 엽장 및 엽폭과 같은 경향으로 수확엽수가 적을수록 5~8위에서는 증가하였고 13~16위에서는 감소하였으나 9~12위에서는 유의차가 없었다.

다. 생엽중과 건엽중

생엽중과 건엽중은 표3에서 보는 바와 같다. 수확엽수가 적을수록 생엽중과 건엽중은 주당으로는 감소하였고 평균(B)은 증가하는 경향이었던

으나 생엽중은 유의차가 없었다. 증가율(A)은 수확엽수가 적을수록 생엽중과 건엽중이 모두 낮았는데 그 감소정도는 건엽중보다 생엽중이 더 컸다. 보상효과(B/C)는 수확엽수가 적을수록 생엽중과 건엽중이 모두 증가하였으며 그 증가정도는 생엽중보다 건엽중이 더 컸다. 엽위별로는 수확엽수가 적을수록 생엽중은 하위엽에서는 증가하고 상위엽에서는 감소하는 경향을 보였으나 유의차는 없었다. 건엽중은 수확엽수가 적을수록 5~10위에서 유의성 있는 증기를 하였다.

라. 건조비율과 단위엽면적중

건조비율과 단위엽면적중은 표4에서 보는 바와 같다. 수확엽수가 적을수록 평균(B)과 증가율(A)은 건조비율에서는 증가하는 경향이었던으나 유의차는 없었고 단위엽면적중에서는 일정한 경향을 찾을 수 없었다. 보상효과(B/C)는 두 형질이 모두 수확엽수가 적을수록 증가하는 경향이었던으나 10매구의 건조비율을 제외하고 유의차는 없었다. 엽위별로는 두 형질이 모두 수확엽수가 적을수록 본엽(11~16)에서 증가하였다.

이상의 생육형질에 대한 변화를 주당, 평균(B), 증가율(A), 보상효과(B/C) 및 엽위별로는 고찰하면 다음과 같다.

주당과 평균에서 보면 수확엽수가 적을수록 엽장, 엽폭, 엽면적, 생엽중 및 건엽중이 주당으로는 감소하였고 평균으로는 증가하는 경향을 보였으나 단위엽면적중과 장폭비는 일정한 경향이 없었다. 이는 적심이 깊을수록 주당으로 엽장, 엽폭, 엽면적 및 생엽중이 적어졌다는 권 등¹²⁾의 보고와 일치하였다. 또한 단위면적당 잎수를 적게 하면 단위면적당 엽면적과 중량은 감소하였으나 개체당 엽면적과 중량은 증가하였다는 Kittrell 등¹⁰⁾의 보고와도 일치하였다.

증가율에서 보면 수확엽수가 적을수록 엽장, 엽폭, 엽면적, 생엽중 및 건엽중이 주당으로 감소하였으나 장폭비와 건조비율은 증가하였다. 이와 같이 발퇴기에 상위엽을 제거함으로써 남은 잎들

이 생장하여 제거된 잎들의 생장량을 회복하지 못하였다. 이는 생장증가율은 광합성에 의한 물질 생산량으로 비교가 되는 데 광합성 능력은 엽면적 지수(LAI)와 비례¹¹⁾하므로 적실할 당시 LAI의 차이가 크므로 수확엽수가 적을수록 생장증가율이 크게 떨어진 것으로 생각된다.

보상효과에서 보면 수확엽수가 적을수록 엽장은 증가하고 엽폭은 감소하여 엽면적의 효과는 없었으나 장폭비, 생엽중, 건엽중, 건조비율 및 단위 엽면적중은 증가하였다. 이와 같이 엽면적에 효과가 없었음에도 불구하고 생엽중과 건엽중이 컸던 것은 상위엽의 제거로 남은 잎들의 수광량이 좋았기 때문으로 생각한다. 상대조도가 클수록 Koh 등¹²⁾과 Akiyama 등¹³⁾은 LAI는 적어진다고 하였고 立道¹⁶⁾은 엽면적이 감소한다고 하였으며 Chen과 Huang⁴⁾은 단위엽면적중이 증가한다고 하였다.

엽위별로 보면 수확엽수가 적을수록 엽장, 엽폭 및 엽면적은 5~8위에서는 증가하였으나 13~16위에서는 오히려 감소하였다. 또한 건조비율과 단위엽면적중은 11~16위에서 각각 증가하였으며 건엽중은 5~10위에서 증가하였다. 이것을 다른 각도에서 살펴보면 수확엽수가 적을수록 외적형질(엽장, 엽폭 및 엽면적)은 중하위엽(5~8위)에서 증가하였고 본상엽(13~16위)에서는 감소하였으며 내적형질(건조비율과 단위엽면적중)은 본상위엽(11~16위)에서 증가하였다. 외적형질과 내적형질의 상승적으로 나타내는 건엽중은 중하위엽(5~10위)에서 증가하였다. 이와 같이 본상엽의 외관형질이 감소하고 중하위엽의 외관형질이 증가되며 본상엽의 내적형질이 증가된 것은 상위엽을 제거하므로써 남은 본상위엽의 수광량이 많아졌기^{1,4,11,16)} 때문인 것으로 생각된다.

그러므로 발퇴기(조기)에 엽수를 많이 제거할수록 1엽의 평균은 증가하나 주당으로는 감소하고 특히 생장율이 낮아지므로 조기에 엽수조절만으로 개체생장량을 증대시켜 단위면적당 수량을

확보하는 방법은 곤란할 것으로 생각된다.

2. 건엽의 화학적변화

건엽의 화학성분의 변화는 표 5에서 보는 바와 같이 주당평균에서 수확엽수가 적을수록 니코틴은 증가하였고 전당은 감소하였으며 보상효과(B/C)도 같은 경향이였다. 엽위별로는 니코틴은 9~10위를 제외한 5~14위(중본엽)에서 수확엽수가 적을수록 증가하였고 전당은 7~14위(중본엽)에서 감소하였다. 이와 같이 수확엽수가 적을수록 니코틴은 증가하고 전당이 감소한 것은 적실정도가 깊을수록 니코틴은 증가하고 전당은 감소하였다는 정 등⁸⁾의 보고와 엽수가 감소함에 따라 당과 당/니코틴의 비가 감소하였다는 Kittrell 등¹⁰⁾의 연구와 일치하였다.

우리나라의 황색종 잎담배는 전당함량이 너무 높고 니코틴함량이 너무 낮아¹⁹⁾ 전당/니코틴의 비가 높아 껌미가 떨어지며^{17,20)} 연소성과 팽송성이 낮은^{18,19)} 것으로 알려져 있다. 본 시험에서 엽수를 적게 할 때 니코틴함량은 증가하고 전당함량은 감소하므로 엽수조절로 니코틴 대 전당의 비를 낮추므로 엽수조절은 껌미를 향상시키는 재배방법중의 하나라고 생각한다.

3. 등급과 등급분포비율의 변화

등급의 변화는 표 6에서 보는 바와 같이 평균 등급은 수확엽수가 적을수록 향상되는 경향을 보였으나 유의차는 없었다. 엽위별로는 중위엽이하(5~8위)에서는 향상되는 경향이였으나 유의차는 없었으며 본엽(11~14위)에서는 오히려 품질이 떨어졌다. 보상효과(B/C)도 떨어지는 경향이였다.

등급분포비율은 표 7에서 보는 바와 같이 엽수가 적을수록 5등의 비율이 적어지고 3등과 4등의 비율이 증가하는 경향이였다.

이상과 같이 엽위별 등급과 등급분포 비율을 중

합하여 보면 수확엽수가 적을수록 등급이 중하위엽에서 약간 향상되었으나 본엽에서는 오히려 저하되었고 5등비율이 감소하고 3등과 4등의 비율이 증가하여 주당으로 등급이 향상되었다. 그러므로 염수조절에 의하여 남은 잎의 생장으로 수확할 때까지 품질이 향상되는 보상효과보다는 등급이 낮은 하위엽과 상위엽의 제거에 의한 효과가 더 클 것으로 생각된다.

4. 수량과 kg당가격에 미치는 효과

염수조절에 따른 효과는 잎을 제거하였을 때 제거된 후 남은 잎들의 생리생태적으로 변화하여 제거된 잎을 보상하려는 것(보상효과)과 제거된 잎이 수확되지 않는 데 따른 효과(순제거효과)가 합쳐져 전체(전체효과)로 나타난다. 염수조절에 따른 수량과 품질에 미치는 각 효과를 분석하므로써 염수조절을 할 때 이것으로 일정한 수량을 확보할 수 있는 재식밀도의 결정과 일정한 품질을 향상시키고자 할 때 재식밀도와 제거 엽수를 추정할 수 있을 것이다.

가. 하위의 3-4위엽의 효과

아래에서 3-4 위엽을 수확할 때와 수확하지 않았을 때 수량과 품질에 미치는 효과는 표 8에서 보는 바와 같다. 아래에서 3-4 위엽(2 잎)을 수확하지 않았을 때 수량은 5.8%가 감소하였고 kg당가격은 2.6%가 향상되었다. 수량의 감소가 kg당가격의 향상보다 2배이상 크므로 아래에서 3-4 위엽 2매는 수확하는 것이 더 유리할 것이다.

나. 상위엽 제거의 효과

발퇴기에 상위엽을 관행보다 많이 제거하였을 때 수량에 미치는 효과는 표 9와 같다. 상위엽을 많이 제거할수록 수량은 감소하였고 상위엽을 제거한 처리의 수량과 관행(제거엽수=0)의 수량과의 차이를 전체효과(AE)로 하였고 이들을

관행수량에 대한 비율로 나타냈다. 이 전체효과와 변화와 제거엽수의 변화와의 관계는 고도의 부의 상관관계를 인정되었다. 회귀식을 산출하였을 때 회귀계수가 -3.92로 이는 발퇴기에 관행보다 상위엽을 1매에서 6매까지 제거하였을 때 상위엽 1매의 제거로 수량이 관행보다 3.92%가 감소한다고 볼 수 있다. 발퇴기에 상위엽을 제거하므로써 남은 잎의 보상효과를 알기 위하여 관행에서 상위엽을 제거한 처리와 동일한 엽위의 수량(SS)을 산출한 다음, 이 수량과 전체수량과의 차이(CE)를 구하였다. 이 보상효과는 제거엽수가 많을수록 증가하였고 이 효과를 관행에 대한 비율로 환산하였을 때 제거엽수와 보상효과는 고도의 정의 상관관계를 인정되었다. 또한 회귀식을 산출하였을 때 회귀계수가 +2.569로 이는 발퇴기에 관행보다 상위엽을 1매에서 6매까지 제거할 때 1매당 수량의 보상은 2.57%가 된다고 할 수 있다. 상위엽 1매를 제거할 때 남은 잎들이 수량을 2.57%씩 보상을 하나 전체적으로 3.92%씩 감소가 된다. 이와 같은 차이가 상위엽을 제거한 순제거효과(NE)가 된다. 이 효과는 제거엽수와 부의 상관관계를 인정되었다. 회귀계수가 -6.489로 이는 상위엽을 1매 제거할 때마다 수량이 6.49%씩 감소된다고 할 수 있다. 그러므로 발퇴기에 관행보다 상위엽을 1매에서 6매까지 제거하였을 때 수량에 미치는 효과는 상위엽을 1매씩 제거함에 따라 2.57%는 보상되나 제거된 잎에서 6.49%가 감소되므로 전체적으로 3.92%씩 감소된다고 할 수 있다.

kg당가격에서 수량과 같은 방법으로 계산한 결과 표 10에서 보는 바와 같다. 발퇴기에 관행보다 상위엽을 1매에서 6매까지 제거함에 따라 보상효과는 감소하였으나 순제거효과가 증가하여 전체적으로는 증가하였다. 이들의 효과와 제거엽수와의 상관도 각각 유의성이 인정되었다. 발퇴기에 상위엽을 관행보다 1매에서 6매까지 제거하였을 때 1매의 제거가 kg당가격에 미치는 효과를 보면 보상효과는 -1.61%이었으나 순제거효

과가 +2.71%로 전체효과는 +1.10%이었다. 그러므로 발퇴기에 상위엽의 제거는 제거한 후 남은 잎 자체에서 품질이 향상되는 것이라기 보다는 등급이 낮은 상위엽을 제거함으로써 품질이 향상되는 것으로 생각된다.

이상의 결과로 보아 발퇴기에 엽수조절하여 수확할 때 엽수가 적을수록 주당의 생엽중과 건엽중의 증가율이 크게 떨어지므로 조기에 엽수를 조절하여 개체생장량을 증대시켜 단위면적당 수량을 대등하게 하는 것은 곤란하다. 그러나 중본엽에서 엽수를 적게 할 때 전당은 감소하고 니코틴은 증가하므로 전당/니코틴의 비를 조절하여 껌미를 향상시키는 데 필요한 재배방법이다. 또한 엽수가 적을수록 5등급의 비율이 떨어지고 3등과 4등의 비율이 증가되므로 품질 향상을 위한 재배 방법중의 하나이다. 그러나 수량이 떨어지므로 수량을 높이기 위한 방법으로 재식밀도를 조절하면서 수확엽수에도 조절하는 연구가 계속되어야 한다고 생각한다.

결 론

엽수조절이 황색종 잎담배의 생육형질 및 화학적 특성과 수량 및 품질에 미치는 영향에 대한 결과를 요약하면 다음과 같다.

1. 수확엽수가 적을수록 엽장, 엽폭, 엽면적, 생엽중 및 건엽중에서 평균 1엽의 성장량은 증가하는 경향이었으나 주당의 성장량과 성장증가율은 감소하였다.

2. 보상효과에서 수확엽수가 적을수록 엽장은 증가하고 엽폭은 감소하여 엽면적은 효과가 없었으며 생엽중, 건엽중, 징폭비, 건조비를 및 단위 엽면적중은 증가하였다.

3. 엽위별로는 수확엽수가 적을수록 엽장, 엽폭 및 엽면적은 5~8위엽에서는 증가하였으나 13~16위에서는 감소하였다. 건엽중은 5~10위엽에서, 건조비율과 단위엽면적중은 11~16위

엽에서 각각 증가하였다.

4. 수확엽수가 적을수록 주당의 평균과 보상효과에서 니코틴은 증가하였으나 전당은 감소하였으며 엽위별로는 니코틴은 9~10위엽을 제외한 5~14위엽에서 증가하였고 전당은 7~14위엽에서 감소하였다.

5. 수확엽수가 적을수록 주당의 평균등급은 향상되는 경향이었고 보상효과는 낮아지는 경향이었고 엽위별로는 5~8위엽에서는 향상되는 경향이었으나 11~14위엽에서는 오히려 낮아졌다. 등급분포비율은 수확엽수가 적을수록 5등은 낮아지고 3등과 4등은 높아지는 경향이였다.

6. 하엽 3~4위엽을 수확하지 않을 때 kg당 가격은 2.6% 향상되었고 수량은 5.8%가 떨어지므로 수확하는 것이 유리하다.

7. 발퇴기에 상위엽을 관행보다 1매에서 6매까지 제거하였을 때 1매 제거의 효과는 수량에서 순제거효과 -6.5%, 보상효과 +2.6%, 전체효과 -3.9%이었다. kg당가격에서는 순제거효과 +2.7%, 보상효과 -1.6%, 전체효과 +1.1%이었다.

참 고 문 헌

1. Akiyama, T., Y. Saito and T. Takeda. Proc. Crop Sci. Soc. Japan ; 44(1):14-21 (1975).
2. 반유선, 강서규, 김흥기, 한재영. 한국인삼연초연구소 담배연구보고서 (경작분야 재배편) ; 663-664 (1985).
3. 반유선, 이정덕, 이종두, 정기택, 김용암. 한국인삼연초연구소 담배연구보고서 (경작분야 재배편) ; 7-8 (1986).
4. Chen, L. H. and B. K. Huang. Tob. Sci. 14: 58-62 (1970).
5. Coulson, D. A. Tob. Sci. 3: 69-72 (1959).

6. Elliot, J. M. *Tob. Sci.* 19: 7-9 (1975).
7. Gains, J. G. *Tob. Sci.* 3: 75-78 (1959).
8. 정기택, 이종두, 권구홍, 반유선, 이정덕. *연초학회지* 10(1): 11-20 (1988).
9. 김찬호. *담배성분분석법*; 56-59 (1979).
10. Kittrell, B. U., W. K. Collins, W. T. Fike, H. Seltman, and W. W. Weeks. *Tob. Sci.* 19: 119-122 (1975).
11. Koh, S., A. Kumura, and Y. Murata. *Japan Jr. Crop. Sci.* 47(1): 63-68 (1978).
12. 권구홍, 반유선. *한국인삼연초연구소 담배연구논문집* 2권: 28-36 (1980).
13. 이상하, 안동명, 민영근, 이미자, 이완남, 이경구. *한국인삼연초연구보고서 (담배제조)*: 476-477 (1986).
14. 노재영, 박상일. *충북대학교 연초연구소, 연초연구 제 1집*: 63-67 (1971).
15. Suggs, C. W. *Tob. Sci.* 16: 68-70 (1972).
16. 立道美郎. *葉たばこ研究* No. 74: 10-17 (1977).
17. Tso, T. C. *A Physiology and Biochemistry of Tobacco Plants.* Dowden, Hutchinson & Ross, Inc. Stroudsburg, Pa. 308 (1972).
18. *ibid*, 317 (1972).
19. *ibid*, 318 (1972).
20. Weybrew, J. A., W. A. Wanismal, and R. C. Long. *Tob. Sci.* 27: 56-61 (1983).

Table 1. Change of leaf length and width of harvested green leaf in relation to the control of leaf number.

Stalk position from bottom	Leaf length(cm)					Leaf with (cm)					
	Harvested leaf number					Harvested leaf number					
	10	12	14	18	LSD 5 %	10	12	14	18	LSD 5 %	
19 ~ 20	+	+	+	52.3	—	+	+	+	18.6	—	
17 ~ 18	+	+	55.7	58.0	NS	+	+	18.9	21.7	NS	
15 ~ 16	+	55.1	62.0	63.0	7.6	+	20.9	23.3	23.7	0.8	
13 ~ 14	60.3	63.1	64.1	67.8	5.1	22.5	25.4	24.6	29.0	4.3	
11 ~ 12	69.7	69.2	67.1	67.8	NS	27.7	27.6	30.1	32.4	NS	
9 ~ 10	68.7	69.1	65.8	62.8	NS	31.0	32.1	34.3	34.2	NS	
7 ~ 8	63.9	65.4	63.8	57.1	2.4	34.9	34.4	35.1	33.2	3.4	
5 ~ 6	59.6	59.6	54.9	48.8	3.5	34.4	34.7	33.3	29.5	4.5	
3 ~ 4	++	++	++	40.3	—	++	++	++	21.6	—	
1 ~ 2	++	++	++	++	—	++	++	++	++	—	
Per plant		644.4	763.0	866.8	1035.8	19.5	301.0	350.2	399.3	487.8	16.2
	A	122	129	138	142	NS	106	115	127	136	6
Per leaf	B	64.4 ^a	63.6 ^a	61.9 ^a	57.5	3.1	30.1 ^a	29.2 ^a	28.5 ^a	27.1	3.0
	C	60.9 ^a	61.2 ^a	60.7 ^a	—	—	31.7 ^a	30.3 ^a	29.1 ^a	—	—
	B/C	105.7	103.9	101.8	—	—	95.0	96.4	97.9	—	—

+: Were removed at button stage, ++: Were not harvested after maturity.

$$A: \text{Ratio of increase} = \frac{\text{Growth at harvesting stage}}{\text{Growth at button stage}} \times 100 (\%)$$

B: Mean per leaf

C: Mean per leaf of conventional plot in the same stalk position that was the control of leaf number.

* Between B and C, means followed by the same letter were not different at the 0.05 level of significance.

Table 2. Change of leaf area and leaf length/leaf width of harvested green leaf in relation to the control of leaf number.

Stalk position from bottom	Leaf area (cm ²)					Leaf length/Leaf width					
	Harvested leaf number					Harvested leaf number					
	10	12	14	18	LSD 5%	10	12	14	18	LSD 5%	
19 ~ 20	+	+	+	616	-	+	+	+	2.81	-	
17 ~ 18	+	+	668	798	NS	+	+	2.94	2.67	NS	
15 ~ 16	+	729	914	942	127	+	2.64	2.66	2.66	NS	
13 ~ 14	861	1,014	998	1,241	218	2.70	2.50	2.60	2.35	NS	
11 ~ 12	1,233	1,206	1,274	1,389	NS	2.55	2.53	2.25	2.09	NS	
9 ~ 10	1,348	1,399	1,467	1,359	NS	2.22	2.16	1.97	1.84	0.22	
7 ~ 8	1,410	1,424	1,417	1,199	112	1.84	1.92	1.82	1.72	NS	
5 ~ 6	1,305	1,310	1,159	914	235	1.74	1.72	1.65	1.66	NS	
3 ~ 4	++	++	++	558	-	++	++	++	1.92	-	
1 ~ 2	++	++	++	++	-	++	++	++	++	-	
Per plant	12,341	14,164	15,794	18,032	1,625	2.21	2.24	2.27	2.19	NS	
	A	129	142	156	162	8	119	115	113	107	11
	B	1,231 ^a	1,180 ^a	1,128 ^a	1,002	165	2.21 ^a	2.24 ^a	2.27 ^a	2.19	NS
Per leaf	C	1,220 ^a	1,174 ^a	1,120 ^a	-	-	1.93 ^a	2.06 ^a	2.14 ^a	-	-
	B/C	100.9	100.5	100.7	-	-	114.5	109.3	106.1	-	-

+ : Were removed at button stage, ++ : Were not harvested after maturity.

$$A : \text{Ratio of increase} = \frac{\text{Growth at harvesting stage}}{\text{Growth at button stage}} \times 100 (\%)$$

B : Mean per leaf

C : Mean per leaf of conventional plot in the same stalk position that was the control of leaf number.

* Between B and C, means followed by the same letter were not different at the 0.05 level of significance.

Table 3. Change of leaf fresh and dry weight of harvested leaf in relation to the control of leaf number.

Stalk position from bottom	Leaf fresh weight (g)					Leaf dry weight (g)				
	Harvested leaf number					Harvested leaf number				
	10	12	14	18	LSD 5%	10	12	14	18	LSD 5%
19~20	+	+	+	42.2	—	+	+	+	8.30	—
17~18	+	+	42.9	48.9	4.9	+	+	8.45	8.42	NS
15~16	+	51.0	53.2	55.5	NS	+	9.60	9.39	8.53	NS
13~14	60.6	58.9	60.9	65.2	NS	11.09	10.11	9.43	9.62	NS
11~12	69.1	66.5	68.5	68.3	NS	12.16	10.61	9.47	9.10	NS
9~10	78.9	76.6	79.8	71.2	NS	10.45	9.72	9.42	8.67	1.39
7~8	72.4	72.1	69.9	60.1	NS	8.70	8.84	7.74	6.80	1.53
5~6	65.9	67.5	60.0	50.7	NS	6.95	7.15	6.05	5.42	1.62
3~4	++	++	++	41.2	NS	++	++	++	4.03	—
1~2	++	++	++	++	NS	++	++	++	++	—
Per plant	693.6	785.2	870.4	1,006.6	150.2	98.70	111.26	119.90	137.78	13.44
A	149	163	179	185	13	239	249	264	266	18
B	69.4 ^a	65.4 ^a	62.2 ^a	55.9	NS	9.87 ^a	9.27 ^a	8.56 ^a	7.65	1.28
C	63.1 ^a	61.8 ^a	60.0 ^a	—	—	7.90 ^b	8.01 ^b	8.06 ^a	—	—
B/C	110.0	105.8	103.7	—	—	124.6	115.6	105.9	—	—

+ : Were removed at button stage, ++ : Were not harvested after maturity.

A : Ratio of increase = $\frac{\text{Growth at harvesting stage}}{\text{Growth at button stage}} \times 100 (\%)$

B : Mean per leaf

C : Mean per leaf of conventional plot in the same stalk position that was the control of leaf number.

* Between B and C, means followed by the same letter were not different at the 0.05 level of significance.

Table 4. Change of leaf fresh weight/leaf dry weight and weight per unit leaf area of harvested leaf in relation to the control of leaf number.

Stalk position from bottom	Leaf fresh weight × 100 / leaf dry weight (%)					Weight per unit leaf area (g/100 cm ²)				
	Harvested leaf number					Harvested leaf number				
	10	12	14	18	LSD 5%	10	12	14	18	LSD 5%
19~20	+	+	+	19.7	—	+	+	+	6.85	—
17~18	+	+	19.8	17.7	NS	+	+	6.51	6.15	NS
15~16	+	18.8	17.7	15.5	1.3	+	6.99	5.84	5.92	0.84
13~14	18.4	17.4	15.8	14.8	1.5	7.07	5.82	6.12	5.24	0.65
11~12	17.6	15.9	13.8	13.4	1.3	5.88	5.53	5.38	4.92	0.30
9~10	13.3	12.8	11.8	12.0	NS	5.60	5.50	5.45	5.26	NS
7~8	12.1	11.7	11.0	11.3	NS	5.11	5.08	4.95	5.05	NS
5~6	10.9	10.6	10.1	10.6	NS	5.02	5.16	5.22	5.69	NS
3~4	++	++	++	9.8	—	++	++	++	7.95	—
1~2	++	++	++	++	—	++	++	++	++	—
Per plant	14.5	14.5	14.3	13.9	NS	5.74	5.68	5.64	5.89	NS
A	163	158	153	146	13	118	117	117	121	NS
B	14.5 ^a	14.5 ^a	14.3 ^a	13.9	NS	5.74 ^a	5.68 ^a	5.64 ^a	5.89	NS
C	12.4 ^b	12.9 ^a	13.6 ^a	—	—	5.23 ^a	5.35 ^a	5.46 ^a	—	—
B/C	116.9	112.4	105.1	—	—	109.8	106.7	103.3	—	—

+ : Were removed at button stage, ++ : Were not harvested after maturity.

$$A : \text{Ratio of increase} = \frac{\text{Growth at harvesting stage}}{\text{Growth at button stage}} \times 100 (\%)$$

B : Mean per leaf

C : Mean per leaf of conventional plot in the same stalk position that was the control of leaf number.

* Between B and C, means followed by the same letter were not different at the 0.05 level of significance.

Table 5. Change of chemical component of cured leaf in relation to the control of leaf number.

Stalk position from bottom	Nicotine (%)					Total sugar (%)					
	Harvested leaf number					Harvested leaf number					
	10	12	14	18	LSD 5%	10	12	14	18	LSD 5%	
19 ~ 20	+	+	+	4.12	—	+	+	+	14.4	—	
17 ~ 18	+	+	4.50	4.12	NS	+	+	13.0	14.1	NS	
15 ~ 16	+	4.73	4.08	4.11	NS	+	11.7	13.2	15.0	NS	
13 ~ 14	4.74	4.39	3.98	3.41	0.79	9.0	11.7	13.5	15.6	5.5	
11 ~ 12	4.47	4.05	3.87	2.96	0.86	11.4	12.3	13.8	16.8	5.3	
9 ~ 10	3.17	2.94	2.64	2.51	NS	10.5	12.0	15.0	17.4	3.5	
7 ~ 8	2.57	2.35	2.14	1.51	0.62	11.4	12.9	16.2	20.4	3.8	
5 ~ 6	1.97	1.77	1.63	1.02	0.42	12.0	12.9	12.0	13.8	NS	
3 ~ 4	++	++	++	0.68	—	++	++	++	10.8	—	
1 ~ 2	++	++	++	++	—	++	++	++	++	—	
Per plant	3.38	3.37	3.26	2.71	0.65	10.9	12.3	13.8	15.4	2.6	
Per leaf	B	3.38 ^a	3.37 ^a	3.26 ^a	2.71	0.65	10.9 ^b	12.3 ^b	13.8 ^a	15.4	2.6
	C	2.28 ^b	2.59 ^b	2.80 ^a	—	—	16.8 ^a	16.5 ^a	16.2 ^a	—	—
	B/C	148.2	130.6	116.0	—	—	64.8	74.5	85.2	—	—

+: Were removed at button stage, ++: Were not harvested after maturity.

B: Mean per leaf.

C: Mean per leaf of conventional plot in the same stalk position that was the control of leaf number.

* Between B and C, means followed by the same letter were not different at the 0.05 level of significance.

Table 6. Change of grade in relation to the control of leaf number.

Stalk position from bottom	Grade				LSD 5%	
	Harvested leaf number					
	10	12	14	18		
19 ~ 20	+	+	+	4.92	—	
17 ~ 18	+	+	4.75	4.25	NS	
15 ~ 16	+	4.25	3.92	3.83	NS	
13 ~ 14	4.17	4.00	2.92	3.25	0.76	
11 ~ 12	3.50	3.42	2.67	2.17	0.74	
9 ~ 10	3.25	2.33	3.00	2.42	NS	
7 ~ 8	2.50	2.67	3.50	3.42	NS	
5 ~ 6	2.92	3.50	3.92	4.17	NS	
3 ~ 4	++	++	++	4.83	—	
1 ~ 2	++	++	++	++	—	
Per plant	3.27	3.36	3.52	3.70	NS	
Per leaf	B	3.27 ^a	3.36 ^a	3.52 ^a	3.70	NS
	C	3.08 ^a	3.21 ^a	3.36 ^a	—	—
	B/C	105.8	104.7	104.8	—	—

+ : Were removed at button stage, ++ : Were not harvested after maturity.

B : Mean per leaf.

C : Mean per leaf of conventional plot in the same stalk position that was the control of leaf number.

* Between B and C, means followed by the same letter were not different at the 0.05 level of significance.

Table 7. Change of the ratio of grade in relation to the control of leaf number at button stage.

Harvested leaf number	Grade					Total
	1	2	3	4	5	
10	—	2.1	21.8	55.1	21.0	100.0
12	2.1	3.9	21.3	43.7	29.0	100.0
14	1.5	3.1	19.8	45.4	30.2	100.0
18	2.8	3.2	14.4	40.2	39.5	100.0
LSD 5%	1.7	NS	NS	12.9	NS	

$$* \text{ Ratio of grade} = \frac{\text{Each grade weight}}{\text{Total weight}} \times 100 (\%)$$

Table 8. Effect of discard or harvest of 3th-4th leaf (2 leaves) from bottom at harvesting time on yield and price.

Item	Yield		Price	
	g/plant	%	Won/kg	%
Harvest (H)	137.78	100.0	2,585	100.0
Discard (D)	129.72	94.2	2,653	102.6
Effect (D-H)		-5.8		+2.6

Table 9. Apparent, compensational, and net effects of yield per plant as upper leaves removed at button stage.

Item	Upper leaf number removed				Regression	Correlation coefficient
	0	2	4	6		
Total ; TO (g)	129.72 ^a	119.90	111.26	98.70		
Apparent effect ; AE ^b (g)	0	-9.82	-18.46	-31.02		
% ^c	0	-7.57	-14.23	-23.91	$Y_A = -3.920X + 0.331$	-0.997 ^{**}
Same Stalk ; SS ^d (g)	129.72	113.12	96.28	79.22		
Compensational effect ; CE ^e (g)	0	6.78	14.98	19.48		
% ^f	0	5.23	11.55	15.02	$Y_C = 2.569X + 0.243$	0.994 ^{**}
Net effect ; NE ^g (g)	0	-16.60	-33.44	-50.50		
% ^h	0	-12.80	-25.78	-38.93	$Y_N = -6.489X + 0.088$	-0.999 ^{**}

a ; Convention, b ; Each TO-a, c ; % of AE to a, d ; Total yield of conventional plot in the same stalk position that was controlled leaf number, e ; TO-SS, f ; % of CE to a, g ; AE-CE, Effect of the upper leaves removed, h ; % of NE to a.

** ; Significant at the 0.01 probability levels.

Table 10. Apparent, compensational, and net effects of price as upper leaves removed at button stage.

Item	Upper leaf number removed				Regression	Correlation coefficient
	0	2	4	6		
Total ; TO(Won/kg)	2,653 ^a	2,700	2,778	2,822		
Apparent effect ; AE ^b (Won/kg)	0	47	125	169		
% ^c	0	1.77	4.71	6.37	$Y_A=1.103X-0.095$	0.994 ^{**}
Same stalk ; SS ^d (Won/kg)	2,653	2,834	2,971	3,087		
Compensational effect : CE ^e (Won/kg)	0	-134	-193	-265		
% ^f	0	-5.05	-7.27	-9.99	$Y_C=-1.610X-0.747$	-0.982 [*]
Net effect ; NE ^g (Won/kg)	0	181	318	434		
% ^h	0	6.82	11.99	16.36	$Y_N=2.713X+0.655$	0.995 [*]

a ; Convention, b ; Each TO-a, c ; % of AE to a, d ; Total price of conventional plot in the same stalk position that was controlled leaf number, e ; TO-SS, f ; % of CE to a, g ; AE-CE, Effect of the upper leaves removed, h ; % of NE to a.

*, ** ; Significant at the 0.05 and 0.01 probability levels, respectively.