

施肥量, 栽植密度, 收穫時期가 담배 잎蛋白質 生産에 미치는 影響

禹億九, 李鶴洙
충북대학교 농과대학 연초학과

Effect of the Amount of Fertilizer, Plant Density, and Harvesting Time on the Production of Tobacco Leaf Protein

Y. K. Uh., and H. S. Lee.
Coll. of agri., Chungbuk nat'l univ.,
Cheongju. 360-763, Korea

ABSTRACT

Effect of the amount of fertilizer, plant density, and harvesting time on the production of tobacco leaf protein and fresh biomass was investigated. Flue-cured tobacco (*N. tabacum*, L., cv. NC 82) seedlings were transplanted in the field dressed 200kg N per ha at 1×10^5 , 3×10^5 , 5×10^5 , 7×10^5 plants per ha, and were harvested at the time when 6 and 10 weeks after transplanting, respectively.

Harvest at 10 weeks after transplanting increased greatly number of leaves per plant and fresh weight of a plant, percentage of senescent leaf weight, but significantly decreased fresh weight of a leaf and total protein contents g^{-1} fresh weight of leaf and stalk over the amount obtained from the harvest at 6 weeks after transplanting. Also, fresh leaf numbers of a plant, fresh weight of a leaf and of a plant, and total protein contents g^{-1} fresh weight of biomass were more decreased, but percentage of senescent leaf weight were remarkably increased under higher plant density.

Therefore, it was seemed that harvesting at 6 weeks after transplanting under 1×10^5 plant density per ha is more effective for producing higher yield of biomass and protein per plant than 10 weeks harvesting with 7×10^5 population per ha. A trend was observed that biomass and protein yields per ha are positively

correlated with plant population. Biomass yield per ha was the greatest at 7×10^5 density (80.5t), but the peak of protein yield was at the near of 5×10^5 population (2454kg as total protein) per ha on the regression curve.

It was assumed that if tobacco plants are transplanted under 5×10^5 plant density at the mid of May, and thereafter harvest at 6 weeks repeatedly during the growing season, it is possible to harvest 2~3 times per year, and to yield more 6,024kg of protein and over 140metric tons of fresh biomass $ha^{-1} year^{-1}$ statistically in the korea tobacco growing regions.

서 론

담배는 他植物과는 달리 잎의 抽出液을 脫鹽하므로서 fraction I protein (= Ribulose-1, 5-Bisphosphate Carboxylase/Oxygenase, EC 4.1, 1.39)이 無色, 無味, 無臭의 純粹한 結晶體의 單離되는⁵⁾ 最初의 唯一한 植物이다. 담배 잎에서 抽出單離된 fraction I protein은 必須amino酸 含量이 FAO가 勸獎하는 標準 蛋白食品의 것 보다 2배나 많고^{6, 13)}, 營養價도 casein보다 높다⁴⁾.

이상과 같이, 담배 잎蛋白質은 結晶化하기 쉽고 營養價가 높아 最近 이를 抽出單離하여 醫藥用 및 人間의 食料로서 利用하고자 하고 있다^{2, 13)}. 담배 잎蛋白質을 人間의 食料로서 實用化하기 위해서는, 첫째 良質의 蛋白質을 大量으로 生産할 수 있어야 하고, 둘째 食品으로 加工하기에 適合하여야 하며, 셋째 蛋白質을 抽出하고 남은 殘渣에 對한 效率的인 活用方案이 講究되어야만 하고, 넷째 原料인 담배 生體物의 生産費가 低廉하여야만 한다¹⁰⁾. 이미 蛋白食品으로 fraction I protein의 營養價와 加工特性이 콩蛋白 및 계란의 흰자위에 못지않게 우수한 것으로 보고 되었고, 蛋白質 抽出殘渣도 덜 해로운 담배의 製造原料¹¹⁾ 또는 家畜의 飼料¹²⁾로서 活用할 수 있는 것으로 檢討되었다.

技術적으로 볼때, 良質의 蛋白質을 大量으로 生産하기 위해서는 蛋白質含量이 높은 담배잎을 最大로 生産하여야 하고, 同時에 그 잎으로부터 蛋白質을 높은 收率로 回收하여야만 한다.

單位耕作面積當 蛋白質 增産法으로 高密度 多回收獲法이 提案 되었다¹⁵⁾. 蛋白質 抽出에 있어서, 담배잎의 크기와 같은 形態는 重要한 要因이 되지 않기 때문에, 慣行의 栽植距離를 좁히면 좁힌만큼 收量은 많아질 것이므로 高密度 多回收獲法은 담배植物biomass의 增産法으로는 매우 效果的인 것으로 評價된다. 그러나, 담배는 廣葉型植物이기 때문에 個體當 잎의 增收라는 觀點에서 密植을 하는데에는 限界가 있을 것으로 보인다. 密植은 個體 周圍空間을 制約시키고 光 不足現狀을 招來하여, 잎의 成長보다는 오히려 老化를 促進시킬 것이고 그 結果, 잎의 收量은 물론 蛋白質 含量이 크게 低下할 것으로 豫想되기 때문이다.

한편, 담배를 비롯한 植物葉中の 蛋白質含量은 같은 條件에서 잎의 生理的 年齡에 따라 크게 變化한다. 特히, 可溶性蛋白質의 約 50%나 되는 fraction I protein의 含量은 잎이 成長할 때 크게 增加하고 老化하면 急激히 減少하는 代表的인 蛋白質이다⁷⁾. 그러므로, 蛋白質 含量이 높은 잎의 生産에 있어서 잎의 收穫時期는 매우 重要한 한 要

인이 될 것으로 보인다. 담배植物은 成長과 老化的 現狀이 한 個體內에서 同時に 進行되는 漸進的 老化的型에 속하기 때문에¹²⁾ 잎의 收穫時期는 더욱 중요시 된다고 하겠다. 早期에 收穫하면 단백질 함량은 높으나 수량이 낮을 것이고, 晚期에 收穫하면 단백질 함량이 낮은 반면 수량이 증가할 뿐 아니라, 蛋白質 回收時 問題가 되는 잎중의 protease活性이 높아지기 때문이다¹³⁾. 따라서, 담배植物 個體單位的 단백질량을 最大化시키기 위해서는 蛋白質 含量과 生體量중 어느 한편에 치중할 수 밖에 없어, 선택을 위한 이에 대한 검토가 요구된다. 그럼에도 불구하고, 이들 要因들 即, 栽植密度, 잎의 收穫時期, 그리고 施肥量이 蛋白質 生産에 미치는 影響에 對해서는 구체적으로 검토되지 않았다.

따라서, 본 연구는 단백질 함량이 높은 담배잎의 증산이라는 관점에서 중요한 要因으로 으로 여겨지는 栽植密度, 收穫時期, 그리고 施肥量이 담배 生體收量 構成要素 및 蛋白質 含量에 미치는 효과를

조사하고, 나아가 우리나라 氣候 條件下에서 單位 耕作面積當 年間 生産 可能한 蛋白質量 및 담배生體biomass량을 추정해 보고자 실시 하였다.

재료 및 방법

1. 담배의 栽培

黃色種 栽培品種 NC 82를 공시하여, 1991년 8월 7일부터 10週間に 걸쳐 忠北大學校 葉煙草研究所 圃場에서 栽培하였다. 施肥量 및 收穫時期를 各各 2水準으로 하고 栽植密度를 4水準으로 하여 L₁₆ 直交表에 의거 실시하였는 바, 그 處理內容은 表 1과 같다.

담배를 이식하기 1주일전에 10a당 질소 20kg이 되도록 基肥로서 연초용 복합비료(NPK=10-10-20)를 사용하고 경운하였다. NC 82 8매묘를 10a당 1만주, 3만주, 5만주, 그리고 7만주가 되도록 區當 2m²의 裸地에 정식하였다. 활착을 돕기 위하여 1주

Table 1. Treatment

Factor	Level	Treatment :
Amount of fertilizer dressed	1	20Kg N/10a prior to transplating(=F ₁).
	2	plus 20kg/10a additionally at 4 weeks after transplating(=F ₂).
Harvesting time	1	6 weeks after transplating(= 6W).
	2	10 weeks after transplating(=10W).
Plant density	1	1×10 ⁴ plants/10a (30cm×40cm) (D ₁)
	2	3×10 ⁴ plants/10a (16cm×16cm) (D ₂)
	3	5×10 ⁴ plants/10a (14cm×14cm) (D ₃)
	4	7×10 ⁴ plants/10a (11cm×11cm) (D ₄)

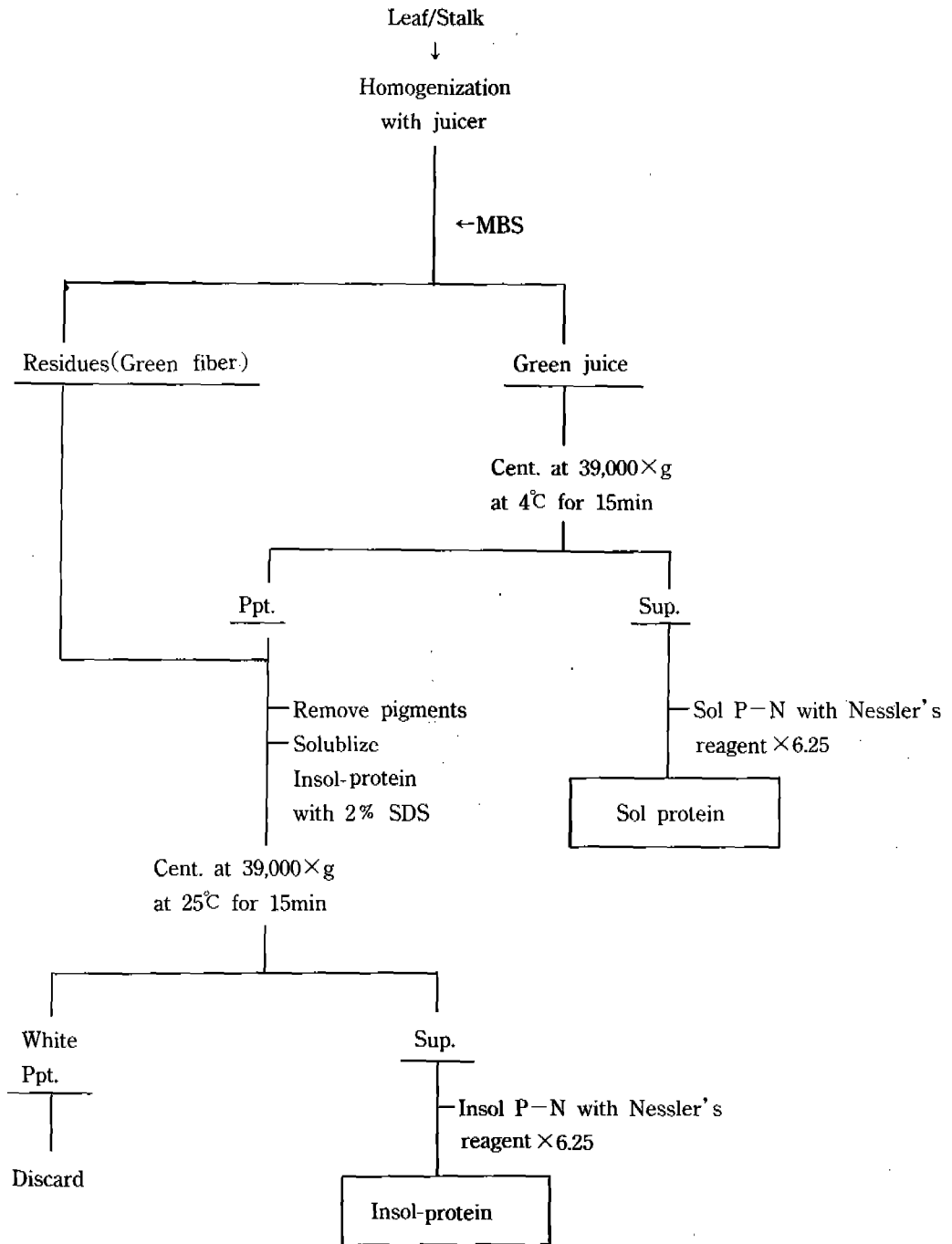


Fig. 1. Flow chart of extraction and determination of protein from tobacco

일간 태양광이 강렬한 오후에는 寒冷絲로 차광해 주었다. 추비처리는, 정식 4주후에 10a당 질소 20 kg에 해당하는 연초용 복합비료를 지표면에 흩뿌리는 형태로 실시되었다.

2. 試料의 採取 및 生體量 調査

區當 面積 2m²의 중앙부 약 0.5m²내의 담배(1萬株區; 5株, 3萬株區; 15株, 5萬株區; 25株, 7萬株區; 35株)를 地上으로 부터 약 5cm부위에서 幹刈法으로 수확하였다. 수확한 담배를 잎과 줄기로 분리하여 生體量 및 그 構成要素에 대하여 조사하였다.

3. 蛋白質의 抽出과 含量 調査

측정이 끝난 담배중에서 무작위로 구당 3株씩을 골라 不純物을 제거하기 위하여 물로 세척한 다음 4℃인 冷室로 옮겨 蛋白質을 抽出하였다. 미리 冷却시켜 놓은 綠汁機(形式承認 番號 전2-8-3121, 호산실업, 부산)를 이용, 잎과 줄기로부터 蛋白質을 그림 1과 같은 방법으로 각각 추출 하였다.

추출되는 汁量에 대하여 약 0.1M이 되도록 sodium metabisulfite를 磨碎時 첨가하여, 綠汁과 殘渣를 얻었다. 綠汁과 殘渣의 양을 각각 측정하고, 綠汁 一定量을 高速冷凍遠心分離機(Beckman Model-21M/E)로 4℃에서 39,000×g로 15분간 원심 분리하여 맑은 上澄液과 綠色의 沈澱物로 분리 하였다. 여기서 얻은 상등액을 可溶性 蛋白質으로 하고, 可溶性 蛋白質의 定量에 이용 하였다.

한편, 綠色의 沈澱物과 磨碎時 얻은 殘渣는 각각 不溶性 蛋白質의 抽出 試料로 利用되었다. 잔사 및 녹색 침전물의 일정량을 80% (v/v) acetone에 현탁시킨 다음, 4℃에서 30,000×g로 15분간 遠沈分

離하는 과정을 2회 반복하여 잔존하는 葉綠素를 모두 제거하고, 2% (w/v) Sodium Dodecyl Sulfate (=SDS)와 2% (v/v) 2-Mercaptoethanol(2-ME)을 함유하는 50mM 磷酸緩衝液(pH 7.5)에 현탁시켜 40℃에서 30분간 incubation하여 不溶性 蛋白質을 可溶化시켰다. 이어 25℃에서 39,000×g로 15분간 遠沈하여 얻은 투명한 상등액을 不溶性 蛋白質으로 하고, 不溶性 蛋白質의 定量에 이용하였다.

可溶性 蛋白質의 定量은, 가용성 단백질액 0.1ml에 최종농도 7.5% (w/v)가 되도록 triacetic acid를 추가하여 단백질을 침전시킨후 80% (v/v) ethanol로 세척한 다음, 이를 Kjeldahl分解하여 Nessler反應으로 窒素量을 구했다. 그리고 不溶性 蛋白質態 窒素의 量은 綠色 沈澱物과 殘渣에서 각각 얻은 一定量의 不溶性 蛋白質을 직접 Kjeldahl분해하여 가용성 단백질에 질소의 정량에서와 같이 Nessler반응으로 질소량을 구했다. 이들 窒素量에 蛋白質係數 6.25를 곱하여 각각의 단백질 함량을 산출하였다.

결 과

1. 生育觀察

황색종 잎담배 標準栽植密度를 10a當 2,000株로 하면, 본 실험에서 채택한 재식밀도는 각각 標準栽植密度의 5배, 15배, 25배, 그리고 35배에 해당하는 것으로, 喫煙用 잎담배 生産에서는 상상도 할 수 없는 高密度였다. 따라서, 3만구구 부터는 이식시 植穴器를 사용할 수 없는 어려움이 있었다.

그렇지만, 이식후 4-5주까지의 生育狀況은 8월의 풍부한 日照量과 高溫의 영향으로 매우 순조로

있다. 密度가 높을 수록 土壤水分의 地面蒸發 抑制效果가 높아 1萬株區에 비하여 3, 5, 7萬株區의 生育이 양호하였는데, 특히 5萬株區와 7萬株區에서 현저히 좋았다. 그 결과, 잡초의 발생량도 高密植區 일수록 현저히 적은 것으로 관찰 되었다.

그러나, 生育이 진전됨에 따라 高密植區 일수록 담배個體間의 空間不足이 현저해져 잎의 展開가 원만치 않았고, 손을 댈 수 없을 정도로 조적이 연해 追肥하는 데에는 상당한 주의가 요구 되었고 또한, 포장에서의 生育조사도 불가하였다. 뿐만 아니라, 中耕培土와 같은 栽培管理가 불가한 관계로 이식 5주이후 부터는 비바람에 의하여 쓰러지는 현상이 두드러졌었다.

9월 중하순경 부터는 晝夜間의 온도차가 심해지기 시작하여, 그 결과 전반적인 生育이 둔화하기 시작하였고 반면 追肥處理區 일지라도 특히, 下位葉은 老化하기 시작하였다.

2. 生體量 構成要素에 미치는 影響

가. 株當葉數

담배 1株當 蛋白質 抽出原料로 이용 가능한 葉數는 평균 13.1枚로서, 그림 2에서 보는 바와 같이 收穫時期와 栽植密度에 의하여 크게 影響받는 것으로 나타났다. 먼저 收穫時期의 효과를 살펴보면, 移植後 6週째 收穫에서는 10.7枚 이었으나 10週째 수확에서는 15.4매로 收穫時期가 늦을 수록 株當葉數는 크게 증가하는 것으로 認定되었다. 그리고 栽植密度의 효과는 1萬株區(18枚)>3만주구=5만주구=7만주구의 순이었다. 따라서, 株當 收穫葉數를 最大로 높일 수 있는 處理條件은 1萬株의 栽植密度에서 10週에 수확하는 것으로서, 그 경우 5%수준에서 신뢰할 수 있는 收穫葉數는 13.6-17.8枚인

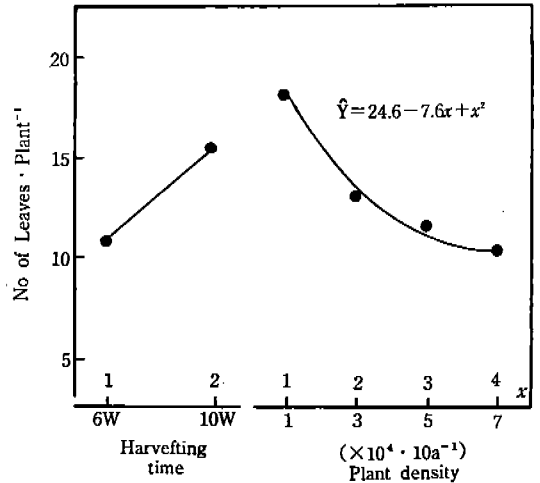


Fig. 2. Effect of harvesting time and plant density on the number of leaves of a plant.

것으로 推定되었다.

나. 一葉生重

株當 總生葉重을 葉數로 나누어 얻은 평균값을 一葉生重으로 하고 이에 미치는 요인별 처리효과를 조사하였다. 그림 3은 그 결과를 나타낸 것이다.

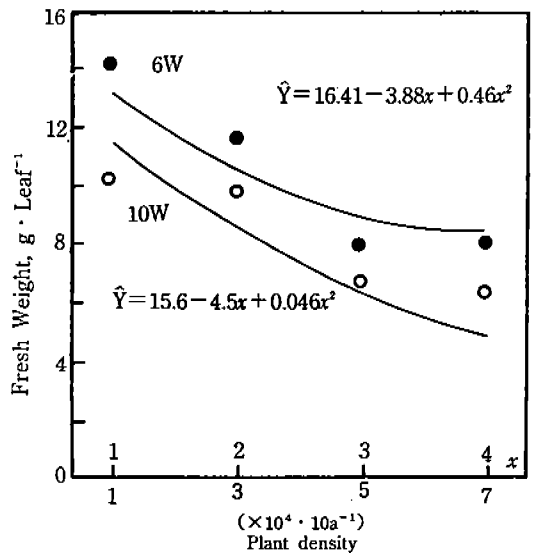


Fig. 3. Effect of plant density on the fresh weight of a leaf

處理間 總平均으로 산출한 一葉生重은 8.94g이었는데, 이것은 栽植密度와 收穫期間의 相互作用에 의하여 크게 變化하는 것으로 나타났다. 全 栽植密度에 걸쳐 6週 收穫處理가 10週 收穫處理보다 무거웠고, 栽植密度가 높아질수록 가벼워 졌는데 그 程度는 6週 收穫보다 10週 收穫處理에서 顯著하였다. 그러므로, 一葉生重을 높이기 위해서는 10週 收穫보다는 6週收穫이, 그리고 高密度 보다는 저밀도가 效果인 것으로 나타났다.

즉, 一葉生重을 最大로 높힐수 있는 條件은 1萬株의 密度에서 6週에 收穫하는 것으로서, 이때 얻을 수 있는 一葉生重은 13.3~15.1g인 것으로 推定되었다.

다. 株當 生體量

앞과 줄기로 나누어 調査된 株當 生體量에 대한 結果는 그림 4에서 보는 바와 같다. 葉重은 平均 119.1g으로 收穫時期 處理間에는 差異가 없었으나, 栽植密度에 있어서는 처리간에 차이가 인정되었다. 1萬株區가 212.1g으로 가장 많았고 3, 5, 7萬株區 順으로 적어졌는데, 3, 5, 7만주 處理間 差異는 有意하지 않았다.

한편, 줄기의 무게에서는 收穫時期 處理에 따른 效果가 認定되었는데, 10週 收穫處理는 줄기의 무게를 크게 增加시키는 것으로 나타났다. 그러나, 栽植密度가 높아짐에 따라 減少하는 傾向이었는데, 1萬株=3萬株>5萬株=7萬株의 순으로 적었다.

이상과 같은 結果로, 앞과 줄기의 무게를 合하여 算出된 株當 生體重은 收穫時期에 있어서 10週 收穫處理로 增加하였으나 有意하지는 않았다. 그러나 栽植密度에 있어서는 栽植密度가 클수록 減少하는 傾向이었는데, 葉重이 높았던 1萬株區가 339.8g으로 3, 5, 7萬株區보다 현저히 높아 그 效果가 인정되

었으나, 3, 5, 7萬株處理間에서는 有意하지 않았다.

따라서 株當 葉重 또는 生體量을 높힐 수 있는 處理要因은 收穫時期 보다 栽植密度가 重要하고, 效果인 密度는 1萬株區인 것으로 나타났다. 1萬株區의 密度에서 기대되는 株當 總生體量은 264.2~415.2g인 것으로 推定되었다.

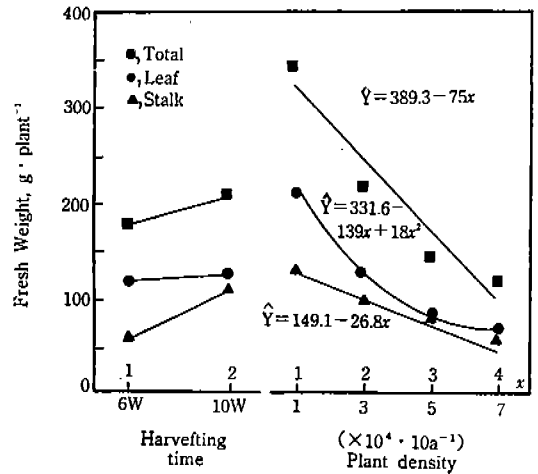


Fig. 4. Effect of harvesting time and plant density on the fresh weight of a plant

라. 葉重率

蛋白質 抽出 對象器管은 잎이기 때문에 株當 總生體量에 잎이 차지하는 比率을 算出해 보았다. 平均 葉重率은 58.6%이었는데, 그림 5에서 보는 바와 같이 栽植密度와 收穫時期의 相互作用이 認定되었다. 收穫時期에 따른 差異가 커 6週 收穫處理가 10週 收穫의 것보다 栽植密度 處理 全般에서 높았다. 한편, 栽植密度가 높아짐에 따라 6週收穫 및 10週 收穫의 葉重率은 모두 減少해 가는 傾向이었는데, 減少하는 程度는 10週 收穫 處理에서 顯著하였다.

이상과 같은 結果에서, 葉重率을 最大化 시키기

위한 處理條件은 1萬株 密度에서 6週에 收穫하는 것으로서, 그럴경우 期待되는 葉重率은 69.1~77.5 %인 것으로 나타났다.

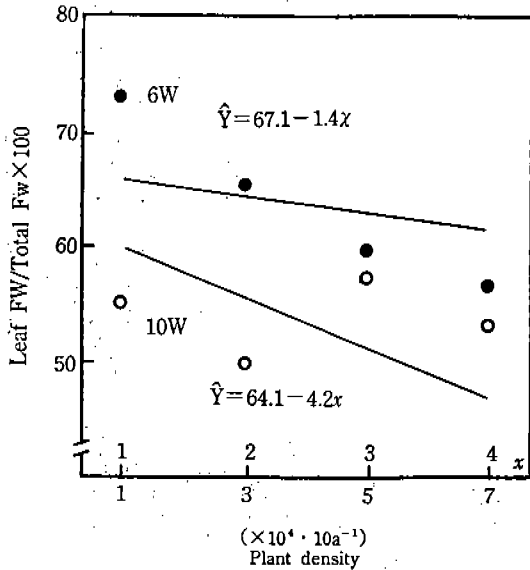


Fig. 5. Effect of plant density on the percentage of leaf fresh weight to total fresh weight of a plant

마. 株當 老化葉重率

잎이 黃化하였거나 一部 또는 全面이 枯死하여 단백질 추출원료로 사용할 수 없는 잎을 편의상 老化葉으로 하고, 이들 老化葉重이 株當總生重에 있어서 차지하는 정도를 百分率로 調査하였다. 그림 6에서 보는 바와같이 株當老化 葉重率은 平均 14.8 %로서 收穫時期 및 栽植密度에 의하여 크게 影響 받는 것으로 나타났다. 그 효과를 살펴보면, 6週 收穫이 11.3%이었는데 10週 收穫은 18.3%로 크게 增加하여, 그 差異는 高度로 有意함이 認定 되었다. 또한 栽植密度에 있어서는 1萬週區(9.5%)=3萬週區(12.0%)<5萬週區(17.6%)=7萬株區(20.2%)의

순으로 高密度 일수록 老化葉重率이 크게 增加하였다.

따라서 老化葉重率을 낮추기위해서는 1, 3萬株 區의 密度에서 6週收穫하는 것이 效果的인 것으로 나타났다.

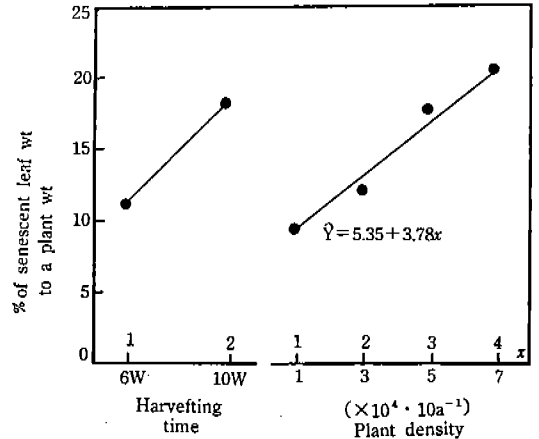


Fig. 6. Effect of harvesting time and plant density on the percentage of the senescent leaf fresh weight to total fresh weight of a plant

바. ha當 生體收穫

株當 生體量을 土臺로 하여 ha當 生産 可能한 生體收量を 推定해 본 결과를 그림 7에 나타났다. ha當 生産할 수 있는 平均 生體收量은 잎이 36.9T 이고 줄기가 26.2T으로 잎과 줄기를 합한 總數量은 62.1T이었다.

收穫時期에 있어서 10週 收穫 處理는 잎의 收量 보다 줄기의 收量を 顯著히 增加시켜, 그 結果 總 生體收量까지 크게 增加시키는 것으로 나타났다. 栽植密度의 效果를 살펴보면 1萬週區 보다는 3, 5, 7萬株순으로 密度가 높아질 수록 增收效果가 현저한 것으로 認定 되었다. 잎의 경우, 7萬株區는 21.2 T으로 顯著히 낮았다. 이와같은 結果로 부터 7萬

株區에서 期待할 수 있는 最大收量은 38~53T인 것으로 나타났다. 줄기의 경우도 잎과 같은 傾向이었는데, 7萬株區가 35.2T으로 높았고 1萬株區는 12.8T으로 顯著히 낮았다.

以上과 같은 密植의 效果는 總生體收量에 反映되어 7萬株區가 80.5T, 5萬株區는 69.5T, 3萬株區가 64.2T으로 1萬株區의 34.0T에 比하여 2倍이상이나 높았다. 7, 5, 3萬株區間에서의 差異는 有意하지 않았지만 高密度 栽培는 單位 耕作面積當 生體收量을 增收시킬 수 있는 效果的인 手段이라는 事實을 알 수 있었다.

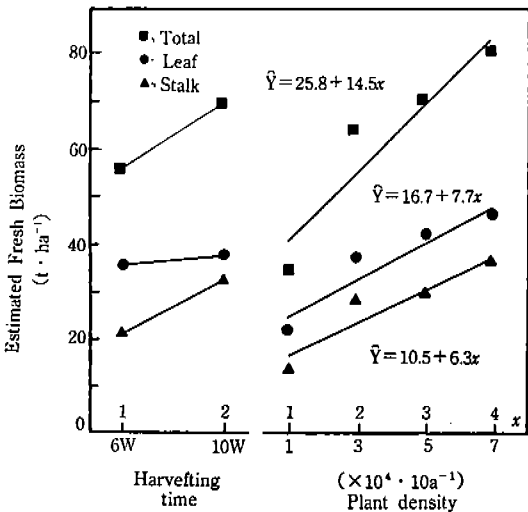


Fig. 7. Effect of harvesting time and plant density on fresh biomass yield per ha

3. 蛋白質 含量에 미치는 影響

가. 生葉 g當 含量

그림 8은 生葉 1g中의 蛋白質 含量에 미치는 處理 效果를 蛋白質 分割別로 나누어 調査한 結果이다. 生葉 1g中의 分割別 蛋白質 平均 含量은 可溶性 蛋白質이 23.5mg, 綠汁中의 粒子狀 物質에서 抽出된

不溶性 蛋白質이 6.36mg, 그리고 綠汁 抽出時 生 出되는 殘渣物 즉 纖維物質에서 抽出된 不溶性 蛋白質이 12.7mg으로 이들을 모두 합한 總蛋白質은 42.47mg이었다. 이들 蛋白質量은 收穫時期와 栽植 密度에 의하여 크게 影響 받는 것으로 나타났다.

收穫時期處理에 있어서, 6週째 收穫에 比하여 10 週째의 收穫 處理는 可溶性 蛋白質量을 30.3mg에서 19.0mg으로, 粒子由來 不溶性 蛋白質을 10.1mg에서 2.6mg으로, 그리고 殘渣 不溶性 蛋白質을 16.79mg에서 8.61mg으로 크게 減少시켰다. 그중 可溶性 蛋白質量은 收穫時期와 施肥量과의 相互作用이 認定 되었는데, 追肥處理는 10週收穫 處理로 인한 減少 效果를 抑制하는 것으로 나타났다. 그 結果로, 可溶性 蛋白質뿐만 아니라 總蛋白質 含量을 增加 시켰다.

한편, 栽植密度 處理에 있어서 處理效果는 收穫 時期에서와 같이 顯著하지는 않았지만, 密度가 높 아질 수록 蛋白質 含量을 減少시키는 것으로 나타 났다. 可溶性 및 不溶性 蛋白質과 總蛋白質 含量은 1萬株區=3萬株區=5萬株區>7萬株區의 順으로 낮 아졌고, 粒子由來 不溶性 蛋白質은 施肥量과 栽植 密度의 相互作用이 認定 되었지만 1萬株區=3萬株 區=7萬株區의 順으로 낮아, 高密度 특히 7萬株區 는 可溶性 및 不溶性 蛋白質 含量을 크게 減少시 키는 效果가 있는 것으로 인정되었다.

以上과 같은 結果를 토대로, 可溶性 蛋白質과 總蛋白質을 最大로 높이기 위한 條件을 살펴보면 可溶性 蛋白質은 1萬株의 密度에서 6週째 收穫하는 것으로 이 條件下에서는 生葉 1g當 32.5~36.7mg의 含量이 期待되며, 總蛋白質은 基肥만으로 1萬株의 栽植密度에서 6週째 收穫하는 것으로, 이와같은 處理 條件에서는 55.9~62.3mg인 잎을 얻을 수 있을

것으로 推定되었다.

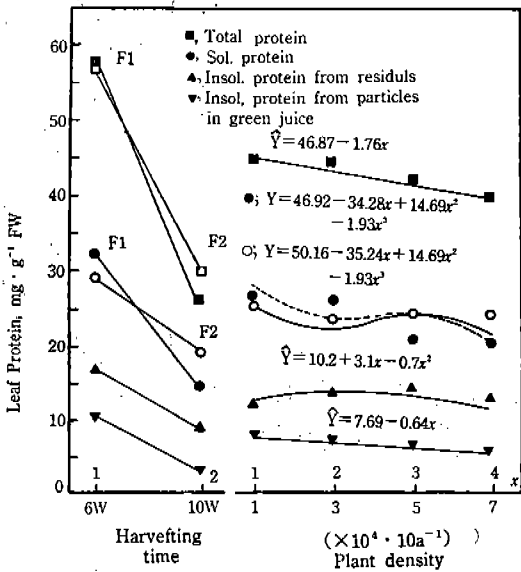


Fig. 8. Effect of harvesting time and plant density on protein contents from leaf.

Extraction and fractionation of protein from tobacco plant was shown in Fig.1. Protein in each fraction was measured as the N content with Nessler's reagent after Kjeldahl digestion, and the amount of the each protein was calculated by multiplying its N content by 6. 25

나. 줄기 生重 g當 含量

줄기 g當 蛋白質 含量에 미치는 處理의 效果를 蛋白質 分割別로 調査하여 그 結果를 그림 9에 나타냈다. 줄기 生重 g當의 分割別 蛋白質 平均 含量은 可溶性 蛋白質의 8.4mg, 粒子 不溶性 蛋白質은 1.0mg, 纖維質 不溶性 蛋白質은 14.3mg 그리고 이들을 合한 總蛋白質量은 23.7mg이었다. 이것은 生葉 g當 蛋白質 平均含量의 낮은 反面(잎: 55.3%, 줄기: 35.4%), 纖維質 不溶性 蛋白質 含量이 높은 것이(잎: 29.7%, 줄기: 60.3%) 特徵이었다.

이들 蛋白質 含量은 앞에서와 같이 收穫時期와 栽植密度의 處理 内容에 따라 顯著하게 相互作用이 認定 되었는데, 施肥處理 内容에 關係 없이 10週 收穫으로 크게 減少하는 傾向이었다. 可溶性 蛋白質 質量은 6週收穫에서 追肥處理가 基肥處理區보다 낮았지만 10週收穫에서는 다소 높았다. 그러나 殘渣 不溶性 蛋白質은 이와는 反對의 傾向이었다. 한편, 栽植密度의 效果에 있어서는 密度가 높아질수록 殘渣 및 粒子 不溶性, 그리고 總蛋白質量이 減少하는 傾向이었다. 可溶性 蛋白質量은 3萬株區=7萬株區>5萬株區>7萬株區의 順으로 낮아 7萬株區는 蛋白質含量이 높은 줄기를 生産하기 위한 密度로서는 適合하지 않은 것으로 보였다.

이와같은 結果로 부터, 줄기 生重 1g當 蛋白質 含量을 最大로 높일 수 있는 條件은 1萬株의 密度에서 6週收穫하는 것으로서, 그럴 경우 可溶性 蛋

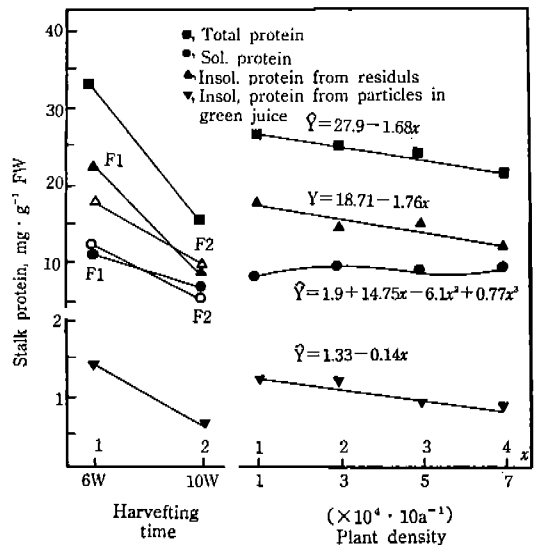


Fig. 9. Effect of harvesting time and plant density on protein contents from stalk. For details, see the legend to Fig.8

白質量은 10.0~11.5mg, 그리고 總蛋白質量은 31.5~36.8mg인 것으로 推定되었다.

다. 株當 蛋白質量

株當 葉蛋白質量과 株當 줄기蛋白質량을 합하여 算出한 株當 蛋白質량을 그림 10에 나타냈다. 分割別로 살펴본 蛋白質 平均量은 可溶性蛋白質이 3.49g, 粒子 및 殘渣의 不溶性蛋白質을 합한 不溶性蛋白質은 3.43g 그리고 可溶性과 不溶性蛋白質을 합한 總蛋白質은 6.91g이었다. 이들 蛋白質量은 收穫時期과 栽植密度에 따라 크게 영향을 받았다. 晚期收穫處理는 可溶性 및 不溶性蛋白質을 모두 감소시켰는데, 6週收穫時에 8.60g이었던 總蛋白質은 10週收穫時에는 무려 39%나 減少하여 5.22g밖에 되지 않았다. 栽植密度에 있어서는 密度가 높아질수록 可溶性 및 不溶性蛋白質이 모두 減少하는 傾向이었다. 可溶性蛋白質은 1萬株區>3萬株區>5萬株區=7萬株區의 順으로, 不溶性蛋白質은 1萬株區>3萬株區>5萬株區=7萬株區의 順으로, 그리고

總蛋白質 含量을 最大로 높힐 수 있는 處理 條件은 1萬株區에서 6週에 收穫하는 것임을 알 수 있었다.

이 條件下에서 期待되는 蛋白質量은 可溶性蛋白質의 경우 4.58~7.02g이고 總蛋白質의 경우는 8.71~14.37g인 것으로 추정 되었다.

라. ha當 蛋白質 生産量

株當 蛋白質 含量을 토대로 ha當 生産 可能的 蛋白質量을 推定하여 그 결과를 그림 11에 나타냈다. 蛋白質 分割別 ha當 平均量은 可溶性蛋白質이 1014.9kg, 不溶性蛋白質이 1012.0kg이었고 總蛋白質은 2,026.9kg이었는데, 이들 含量은 收穫時期과 栽植密度에 의하여 크게 影響 받았다.

收穫時期에 있어서 可溶性蛋白質과 不溶性蛋白質은 晚期收穫 處理에 의하여 크게 減少하였는데, 6週收穫時 1250.8kg이나 되던 可溶性蛋白質은 10週收穫으로 約 38%나 減少하여 779.0kg에 지나지 않았고, 總蛋白質은 2586.6kg에서 1486.8kg으로 顯著하게 減少하였다.

栽植密度에 있어서는 可溶性蛋白質, 不溶性蛋白質 그리고 總蛋白質量이 栽植密度的 增加에 따라 크게 增加하였다. 可溶性蛋白質의 경우, 7萬株區(1202.3kg)=3萬株區(1138.5kg)=5萬株區(1095.0kg)>>1萬株區(623.8kg)의 順이었고, 總蛋白質은 7萬株區(2355.5kg)=5萬株區(2295.0kg)=3萬株區(2270.5kg)>>1萬株區(1225.8kg)의 順位로서, ha當 蛋白質 生産量은 高密度 일수록 效果的인 것으로 나타났다.

그러나, 以上の 結果에서 얻어진 回歸曲線은 대체로 5萬株區 附近에서 頂點을 이루고 있어 蛋白質 分割別로 頂點을 이루는 密度와 그 密度에서의 蛋白質量을 分析해 본 結果, 可溶性蛋白質量의 最大值는 10a當 栽植密度 5萬6千株에서 1212kg이었

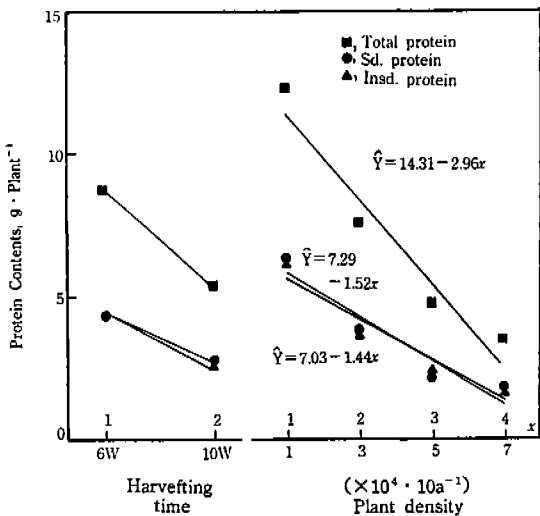


Fig. 10. Effect of harvesting time and plant density on protein contents of a plant

고, 不溶性 蛋白質은 密度 5萬4千株에서 1237.3kg 그리고 總蛋白質은 密度 5萬2千株에서 2464.7kg이었다. 이 結果로부터, 單位耕作面積當 蛋白質 生産量을 最大化시킬 수 있는 栽植密度는 10a當 7萬株 處理가 아니라 5萬株(ha當 約 50萬株)處理라는 것을 알 수 있었다. 여기서 ha當 蛋白質 生産量을 最大로 높힐 수 있는 條件으로 栽植密度는 5萬株로 하고 移植後 6週에 收穫하는 것으로 하였을 때의 期待收量은 可溶性 蛋白質이 1262.9~1633.7kg이고 總蛋白質이 2658.1~3367.1kg인 것으로 推定되었다.

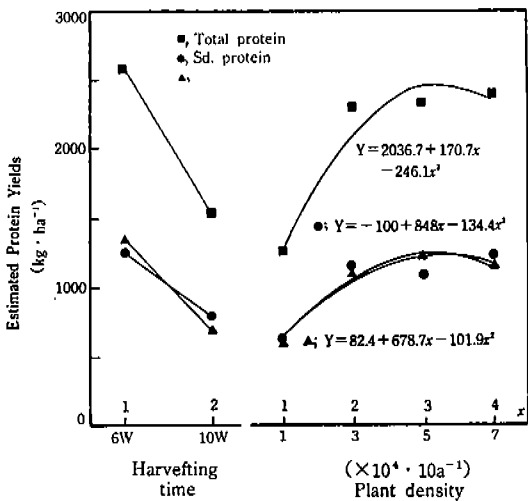


Fig. 11. Effect of harvesting time and plant density on estimated protein yield per ha

고찰

담배 잎蛋白質의 實用化가 있어서 問題가 되는 經濟性은 基本的으로 蛋白質 抽出 原料의 生産原價의 低廉化와 簡便하면서도 效率的인 抽出工程으로부터 抽出된다.

本 研究는 이와같은 점을 考慮, 잎蛋白質의 生

産이라는 실제에 可能限한 接近되도록 圃場栽培와 蛋白質 抽出 過程에서 要求되는 纖細한 勞動力은 可及的 排除되도록 努力 遂行되었다. 圃場栽培가 喫煙 原料用 잎담배의 生産條件으로는 不適合한 8 月初부터 始作 되었던 것도 이러한 趣旨에서 였다. 下半年 栽培는 우리나라 風土 條件에서의 蛋白質 抽出用 담배를 生産할 수 있는 時期의 限界를 打診케 하고 單位 耕作 面積當 年間 生産 可能한 安定收量을 推定하는데 오히려 도움이 되기 때문이었다. 또한, 蛋白質 定量을 위한 抽出方法에 있어서도 精密度보다는 簡便性에 置重, 典型的인 實驗室의 手法에서 脫皮하여 家庭用 絞汁機를 採擇하게 되었다.

이와같은 理由로, 夜間溫度가 크게 내려가기 始作한 9月中旬부터 담배 生育은 停滯 되는듯 하였고, 그래서 담배의 成長 및 蛋白質의 生成과 密接한 關係에 있는 施肥量의 效果는 期待 하였던 것보다 顯著하지 않았다.

移植時의 施肥量은 窒素로서 10a當 20kg이었다. 이것은 喫煙用 原料잎담배 生産 施肥量의 2배나 되는 基肥로서 많은 量이었지만, 栽植密度가 標準 密度의 5~35배나 되는 高密度 이었기 때문에 오히려 크게 不足할 것으로 생각되어 追肥를 計劃하게 되었다. 담배植物의 窒素營養 흡수는 移植後 5~7 週頃에 最大에 이른다¹⁴⁾ 점을 考慮하여 定植後 4 週째 窒素로서 10a當 20kg에 該當하는 煙草用 複合肥料를 追肥하였다. 그러나, 追肥의 效果는 잎과 줄기의 g當 蛋白質 含量(그림 8, 9 參照)에서 主效果가, 그리고 收穫時期 및 栽植密度와의 相互作用이 認定되었을 뿐, 生體收量의 증가와 老化葉重率의 감소에는 영향하지 않았다.

이와같이 施肥量의 效果가 현저하지 않았던 것은

降雨량이 부족한 時期에 全面 施肥法으로 追肥를 하였기 때문에 肥料 成分이 뿌리에 充分히 到達할 수 없었을 뿐만 아니라, 9月 中旬頃부터 氣溫 低下로 인한 담배 成長의 純化에서 起因된 것으로 보인다. 따라서, 高密度 栽培에 適合한 施肥量의 算出과 施肥方法을 講究하기 위한 實驗이 別途로 遂行되어야 할 것으로 보였다.

그러나 收穫時期과 栽植密度가 株當 生體量과 蛋白質 含量에 미친 影響은 매우 컸다. 收穫時期에 있어서 10週收穫 處理는 株當 葉數를 크게 增加시켰기 때문에 蛋白質 抽出 對象 部位인 株當 生葉 收量도 크게 增加시킬 것으로 보였지만, 一葉重을 減少시킨 반면, 幹長과 幹重을 크게 伸張시켜 株當 生葉 收量을 增加시키지는 못하였다. 그 결과, 老 化葉重率을 증가시켰고 葉重率을 크게 감소시켰다. 또한, 生體 g當 및 株當 蛋白質 含量도 크게 減少시켰다. 이와같은 결과로부터, 蛋白質 含量이 높은 담배잎의 大量生産이라는 觀點에서 收穫時期는 매우 중요한 한 要因이며, 특히 晩期收穫은 바람직스럽지 않은 것으로 나타났다.

한편, 栽植密度에 있어서 密度의 增加는 株當 葉數, 一葉重, 株當 生葉重 그리고 株當 蛋白質 含量을 顯著하게 減少시켰다. 따라서 株當 生體收量을 높이고 蛋白質 含量이 높은 잎을 生産하기 위해서는 3, 5, 7萬株 處理보다는 1萬株 處理가 效果의인 것으로 나타났다. 그러나, 單位耕作面積當 生産性으로 살펴본 ha當 生體 및 蛋白質 生産量은 栽植密度에 거의 비례하여 크게 增加하였다. 따라서, 單位耕作面積當 biomass와 蛋白質 增産法으로 密植栽培는 매우 效果의인 것으로 나타났다.

Wildman¹⁵⁾은 담배 種子를 直播하면 ha當 37萬 株까지 栽培할 수 있고 多回收穫하면 年間 biomass

150T과 3000kg의 總蛋白質을 生産할 수 있을 것이라 하였고, Bernstein¹⁶⁾ ha當 25萬株까지 栽培할 수 있고 蛋白質 生産은 發雷期에 收穫하는 것이 效果의이라고 하였다. 그리고 Sheen¹⁰⁾은 담배 種子를 直播하여 무릎높이까지 자랐을 때 收穫하면 ha當 76萬株까지 栽培 可能하고 品種에 따라 40~70 T의 biomass와 250~519kg의 可溶性 蛋白質을 生産할 수 있다고 하였다.

本 實驗에서는 NC82를 材料로 하여 ha當 最少 10萬株에서 最大 70萬株까지를 심고 移植후 6週와 10週로 나누워 收穫하였다. 그 結果, 70萬株區의 biomass量은 6週 收穫期에 74.4T, 그리고 10週 收穫期에는 97.7T이었으며, 可溶性 蛋白質은 6週 收穫期 1250.8kg으로 Sheen의 結果보다는 배나 많았다.

이와같은 결과는 단백질抽出 및 定量方法의 차이에 起因한 것으로 보인다.

Sheen¹⁰⁾은 cutting mill로 마쇄하여 얻은 蛋白質液 일정량을 90℃로 가열하여 침전하는 물질을 可溶性 蛋白質로 定量하였지만, 본 실험에서는 家庭用 錄 汁機로 추출하고 加溶性 蛋白質을 TCA로 침전시킨후 Nessler反應으로 산출하였다. 生葉中の 加溶性 蛋白質은 약 50:50의 比率로 들어있다^{5, 7)}. 本 實驗에서는 加溶性蛋白質을 含有하는 錄汁을 추출하고 남은 잔사중의 不溶性蛋白質은 總蛋白質의 29.9%밖에 되지 않았다. 물론 錄汁속에는 입자유래 不溶性蛋白質이 15%가 들어 있었지만 加溶性蛋白質의 平均 抽出率이 總不溶性蛋白質의 比率보다 많았다. 이와같은 점으로 보아, 本 實驗에서 使用한 家庭用 錄汁機의 蛋白質 抽出能力은 중전의 실험용 磨碎機보다 우수한 것으로 평가되어 진다.

ha當 蛋白質 生産量은 栽植密度가 높을수록 增

加하는 경향이었지만, 回歸曲線의 分析 結果에 의하면 最大收量은 栽植密度 5萬株 附近인 것으로 나타났다(그림 11 參照). 따라서, 單位 耕作 面積當 蛋白質 生産量을 最大化시킬 수 있는 栽植密度는 10a當 5萬株(=ha當 50萬株)이고 收穫時期는 移植後 6週頃이 效果的인 것으로 나타났다. 담배 生育 環境으로는 다소 不適合한 下半期 栽培를 통하여 ha當 最大 生産量은 80.5T을, 그리고 總蛋白質量은 2,355kg(加溶性 蛋白質은 1202kg · ha⁻¹)을 生産하였다.

高密度 栽培이기 때문에 특히 移植時에 어려움도 많았지만, 活着後 初期生育이 좋았고 풀이 나지않는 등의 이점도 있었다. 生産費를 節減하기 위해서는 裸地作으로 栽培해야 하므로, 6月 中旬頃에 移植하여 그후 6週頃에 收穫하는 栽培體系라면 우리나라의 氣候條件下에서도 年 2~3회는 生産할 수 있을 것으로 보인다. ha當 栽植密度를 50萬株로 하고 年間 2회만 생산한다고 하면, 年間 ha當 最低 140T의 biomass와 6,024kg의 總蛋白質을 生産할 수 있을 것으로 展望된다. 이와같은 生體數量은 ha當 30.2T인 사이레이지용 옥수수⁸⁾보다 4배나 많은 량이고, 蛋白質量은 alfalfa(710kg/ha/年)나 콩(640kg/ha/年)⁹⁾의 9~10배나 많은 량이다.

生體中の 蛋白質 및 纖維質의 함량은 品種에 따라 차이가 큰 것으로 밝혀졌다.¹⁰⁾ 그러므로, 適合한 品種을 選拔한다면 이보다 더 많은 量을 生産할 수 있을 것으로도 豫想된다. 蛋白質 抽出過程에서 生出되는 纖維質을 生體量의 約 4%로 하면¹⁵⁾ 140T의 biomass에서 6,024kg의 蛋白質外에도 約 5~6t의 纖維素物質을 얻을 수 있을 것으로 보인다. 纖維素 biomass는 人類에게 주어진 所重한 資源으로 그 活用度는 日常生活用品에서 未來의 代替에너지源

에 이르기까지 무궁하다.

本 研究의 結果는 담배가 蛋白質 生産 原料로서 뿐만아니라 植物性 biomass로서도 充分히 活用할 수 있는 可能性을 提示하고 있다고 하겠다. 따라서, 담배를 喫煙用으로서 뿐만아니라 蛋白質 抽出을 包含하는 植物性 biomass로서의 活用方案 講究란 次元에서 向後 持續的인 研究가 進行되어야 할 것으로 생각된다.

결 론

本 研究는 栽植密度, 收穫時期 그리고 施肥量이 담배 生體量 및 蛋白質 含量에 미치는 影響을 究明하고, 우리나라의 氣象環境條件下에서 年間 生産可能한 蛋白質 및 biomass量을 산출해 보고자 실시 되었는데, 그 結果를 要約하면 다음과 같다.

1. 收穫時期에 있어서 移植後 10週 收穫處理는 株當葉數, 老化葉重率, 幹重을 크게 增加 시켰으나 一葉重과 生體 g當 및 株當 蛋白質 含量을 크게 減少시켜, 蛋白質 含量이 높은 담배잎을 生産하기 위해서는 移植後 6週에 收穫하는 것이 效果的인 것으로 나타났다.

2. 栽植密度가 높아짐에 따라 株當葉數, 一葉重, 幹重 그리고 生體 g當 및 株當 蛋白質 含量이 크게 減少하였고 老化葉重率이 顯著히 增加하여, 담배 個體 單位의 生體量 및 蛋白質 含量을 높이기 위해서는 10a當 7萬株 處理보다 1萬株 處理가 效果的인 것으로 보였다.

3. ha當 biomass 및 蛋白質 生産量은 栽植密度가 높을수록 增收되는 傾向이었는데, biomass 收量은 10a當 7萬株 處理에서 그리고 蛋白質 收量은 回歸 分析 結果 5萬株處理 附近에서 각각 最大였다.

4, 5月 中旬頃에 移植하여 6週만에 收穫하는 生産體系라면 우리나라의 氣候條件下에서도 年 2~3회 蛋白質 抽出用 담배를 生産할 수 있을 것으로 보였다. 栽植密度를 10a當 5萬株로 하고 年2회 생산한다고 하면, 年間 ha當 最低 140T의 biomass와 6,024kg의 總蛋白質을 生産할 수 있을 것으로 展望되었다.

참고문헌

1. Bernstein, A.B, R.H.Lowe and S.J.Sheen. *Tob. Res.* 8 : 1~12(1982)
2. Dejong, D.W. and J.J.Lam, Jr. Protein content of tobacco, in Proceedings of American Chemical Society symposium, the 173rd American Chem. Soc. Meeting, New Orleans, Louisiana. pp 78~103(1977)
3. DeJong, D.W., and J.J. Lam Jr. *Tob, Res.* 5 : 1~27(1979)
4. Ershoff, B.H., S.G.Wildman and P.Kwanyuen. *Proc. Soc. Exp. Biol. Med.* 157 : 626~630(1978)
5. Kawashima, N. and S.G.Wildman. *Biochem. Biophys. Acta.* 229 : 240~249(1971)
6. Kung, S.D. and T.C. Tso. *J. Food sci.* 43 : 1844~1847(1978)
7. 李鶴洙. *煙草研究*, 13 : 47~112(1988)
8. Nagy, S.L. Telek, N.T.Hall, and R.E.Berry. *J. Agric. Food Chem.*, 26 : 1016~1028(1978)
9. Pimental, D,W.Dritschilo, J.Krummel, and J.Kutzman. *Science* 190 : 754~761(1975)
10. Sheen, S.J. *Beit. zur Tabakforschung.* 12 : 35~42(1983)
11. Sheen, S.J. and V.L.Sheen. *J. Agric. Food Chem.*, 33 : 79~83(1985)
12. Thimann, K.V. *Senescence in plants.* pp 9. CRC press Inc, Florida, U.S.A(1980)
13. Tso, T.S. *Beit. zur tabakforschung.* 9 : 63~66 (1977)
14. Tso, T.S. *Production, Physiology, and Biochemistry of Tobacco Plant.* pp 280, IDEALS, Inc. Maryland, U.S.A(1990)
15. Wildman, S.G. *Crops and soil magazine.* Jan. pp 7~9(1979)