

摘葉 및 除莢處理가 콩의 同化物質 轉流에 미치는 影響

成樂春*·朴志燁*

Effects of Leaf and Pod Removal on Assimilate Translocation in Soybean Plants

Rak Chun Seong* and Ji Hee Park*

ABSTRACT : Effects of leaf and pod removal on changes in dry weight and on the contents of soluble sugar, starch, protein and oil in leaves and seeds of soybean [*Glycine max*(L.) Merr.] cultivar 'Hwangkeumkong' were measured at the research farm of Korea University in 1992. The upper 40% and lower 60% of leaves and pods were subjected to treatments at the growth stage of beginning pod(R3). Upper leaf-lower pod removal showed the highest leaf and the lowest seed dry weights. Soluble sugar content was no different among treatments in leaves and seeds. The highest starch content was found in leaves of upper leaf-lower pod removal. Protein content was higher in lower leaves than upper leaves and the lowest in seeds of lower leaf-upper pod removal which had the highest oil content in leaves and seeds. These results apparently indicated that photoassimilates were mobilized from upper leaves to lower seeds, and protein sources were moved from lower to upper parts but weak in remobilization from leaves for the long distance translocation during the reproductive growth period.

Key word : *Glycine max*(L.) Merr., Leaf and pod removal, Seed dry weight, Soluble sugar content, Starch content, Protein content, Oil content

作物의 source인 葉에서 生産된 同化物質이 sink인 種實로의 轉流 및 分配는 收量決定에 主要 制限要素가 된다⁹⁾. 콩의 營養生長期에는 葉에서 生産된 同化物質이 主莖의 두 節이상 轉流가 드물다 하였다²²⁾. 그러나 生殖生長期 동안에 種實에 의한 同化物質의 吸收는 다른 莖에서도 이루어진다고 하였는데⁸⁾, 이는 種實에 同化物質의 需要가 增加되어 더 많은 同化物質의 轉流를 要求하기 때문이라 하였다²¹⁾.

McAlister와 Krober¹⁷⁾는 콩의 葉除去로 種實收

량의 減少를 報告하였고 Hicks와 Pendleton¹³⁾은 콩의 上部나 下部에서 2/3의 花芽除去는 種實收量を 減少시켰다 하였다. 葉除去에 의한 콩의 收量減少는 無限伸育型에서 보다 有限伸育型에서 컸는데⁷⁾, 播種期가 늦어지면 差異가 없었다¹⁰⁾. 또한 콩의 葉除去는 種實 子葉의 細胞數를 減少시켰고 莢除去는 增加시켰다⁶⁾.

콩의 生殖生長期에 種實發達 段階別 化學成分이 分析되었고³⁾, 葉의 炭水化合物含量도 調査된바 있는데⁵⁾, Cih와 Brun¹⁾은 莢除去로 葉과 莖의 炭水化

* 高麗大學校 (Dept. of Agronomy, Korea University, Seoul 136-701, Korea)

<'93年 8月 20日 接受>

物含量이 增加되었음을 發見하고^{2,12,14)} 이는 澱粉의 蓄積때문이라 하였다. Egli와 Leggett⁴⁾는 葉除去는 莖의 炭水化物含量을 減少시키고 莢除去는 增加시켰다 하였다¹¹⁾. 蛋白質含量에 있어서는 Openshaw등¹⁹⁾에 의하여 莢除去로 種實에 增加되었음이 發表되었다¹⁷⁾. 그러나 Schonbeck등²⁰⁾은 40% 莢除去는 種實의 蛋白質含量에 影響이 없었다고 하였다^{13,16)}. Mondal등¹⁸⁾은 莢除去는 葉의 蛋白質含量을 增加시켰다 하였고, 葉 蛋白質의 移動을 減少시켰다는 報告^{2,15)}도 있다. 또한 80%의 葉除去는 種實의 蛋白質含量이 減少되었다는 結果도 있다¹⁷⁾. 種實의 기름含量은 莢除去로 減少되었거나¹⁹⁾, 影響이 없었다¹³⁾. 80%의 葉除去로는 種實의 기름含量이 減少되었다¹⁷⁾.

本 試驗은 콩 生殖生長期에 葉除去와 莢除去로 生育段階別 source와 sink에 대한 可溶性 糖, 澱粉, 蛋白質 및 기름含量을 調査하여 長距離 轉流에 대한 同化物質 分配의 基礎資料를 提供하고자 實施하였다.

材料 및 方法

本 試驗은 1992年 高麗大學校 自然資源大學 德沼實驗農場에서 實施되었다. 콩 供試品種은 1991年에 採種된 有限生育型인 黃金콩으로 5月 22日에 70×20cm에 1株 2本の 栽植密度로 播種하였으며 圃場管理는 標準栽培法에 따랐다. 試驗區는 亂塊法 3反覆으로 配置하였다.

黃金콩의 出現日은 6月 2日이었으며 出現後에 1株 1本으로 숙기作業을 實施하였다. 開花始는 7月 20日이었고 處理는 着莢始(R3)인 8月 19日에 莢數를 基準으로 上部 40% 와 下部 60%로 區分하여 1. 對照區, 2. 上葉莢除去, 3. 下葉莢除去, 4. 上葉下莢除去, 및 5. 下葉上莢除去의 5水準으로 하였다 (그림1). 새로 發生되는 葉과 莢은 數日 間隔으로 調査하여 除去하였다. 試料의 採取는 處理別로 種實肥大始(R5), 種實肥大盛期(R6), 成熟始(R7: 生理的 成熟期) 및 成熟期(R8)에 5個體를 3反覆으로 實施하였다. 生育段階別 試料採取日은 對照區의 莢을 基準으로 R5: 8月 29日, R6: 9月 15日,

R7: 10月 1日, 및 R8: 10月 20日이었다. 成熟始(R7)에 葉의 老化程度는 對照區에 比하여 處理3은 빨랐고 處理5는 늦었으며 處理4는 가장 늦어서 1週日 程度 遲延되어 서리에 의해 乾燥되었다^{2,11,13,18)}. 試料 採取中에 落葉, 落莢 및 不完全莢은 除外되었다. 採取된 試料는 處理別, 反覆別로 葉(葉柄 포함), 莖, 莢 및 種實로 分離하여 生體重을 秤量하고 75℃ 恒溫器에서 48時間 乾燥시킨후 乾物重을 調査하였다. 乾燥된 葉과 種實은 Udy Cyclon miller를 利用하여 粉碎한 후 成分分析을 實施하였다.

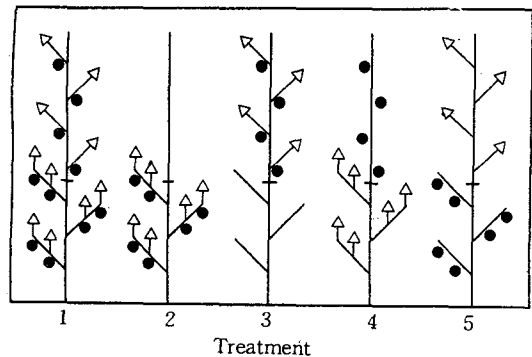


Fig. 1. Leaf and pod removal methods of five treatments.

可溶性 糖과 澱粉含量은 Anthrone Method를 利用하여 Milton Roy의 Spectronic 1201에 의한 O. D. 값을 구한 후 glucose의 Standard curve에 代入하여 구하였다.

蛋白質含量은 A.A.C.C.의 Boric acid modification micro-Kjeldahl method에 따라 全窒素含量을 구하고 factor 6.25를 곱하여 算出하였다.

기름含量은 A.A.C.C.의 Crude fat in wheat and soy flour, Feeds and cooked feeds method에 따라 Soxhlet法으로 定量한 후 다음 式으로 구하였다.

Crude fat(%)

$$= (\text{Weight of fat} / \text{Weight of sample}) \times 100$$

蒐集된 成績의 分析은 PC用 SAS package를 利用하여 實施하였다.

結果 및 考察

콩의 葉과 莢除去處理에 의한 生育段階別 上部와 下部의 5個體 平均 葉과 種實의 乾物重은 그림2에 나타낸 바와 같다. 葉 乾物重은 上部와 下部 모두 R5(種實肥大始)에서 R6(種實肥大盛期)까지 增加한 후 R7(成熟始:生理的 成熟期)에서 急激히 減少되었다. 處理別로는 上葉下莢除去(處理4)에서 葉 乾物重이 가장 높았다. Schonbeck 등²⁰⁾은 部分的 莢除去에 의한 營養生長器官의 乾物重이 相對的으로 增加되었다고 하였는데, 이는 隣接 sink인 下部 種實의 不在로 上部 種實로 移動하지 못한 많은 同化物質이 葉에 蓄積된 것으로 생각된다. 種實의 乾物重은 R5에서 R7까지 直線的으로 增加하였고 R8(成熟期)에는 差異가 없었다. 上葉下莢除去에서 種實 乾物重이 가장 적었고 다음이 下葉上莢除去(處理5)로 적게 나타났다. 種實 乾物重이 이 두 處理에서 減少되어 下葉에서 上莢으로 그리고 上葉에서 下莢으로의 長距離 轉流가 적었는데, 이 중에서 處理5의 上葉에서 下部 種實로의 同化物質 轉流가 有意性있게 많아 活性的인을 나타냈다. McAlister와 Krober¹⁷⁾는 葉除去로 그리고 Hicks와 Pendleton¹³⁾은 花芽除去로 種實收量이 減少되었다 하였고 Gent⁸⁾은 等高線의 長距離 轉流를 報告한바 있다.

處理別 生育段階別 콩의 葉과 種實의 可溶性 糖含量은 그림3과 같다. 葉의 可溶性 糖含量은 R5에서 R6까지 增加한 후 R7에서 減少되었다. 上葉下莢除去의 下葉에서 糖含量이 높았으나 有意性은

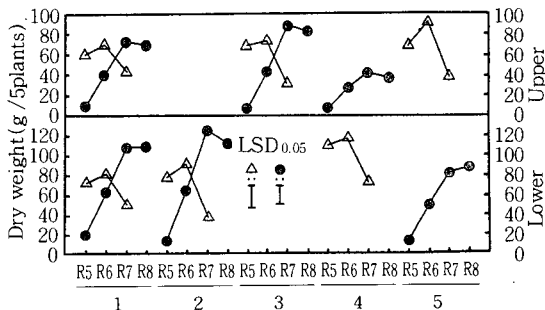


Fig. 2. Leaf (Δ) and seed (\bullet) dry weight of upper and lower parts on the growth stages of soybean plants in five treatments.

없었다. 種實의 糖含量은 R6에서 減少되었다가 R8까지 繼續 增加 現象을 보였고 處理別 差異는 없었다. 이같은 結果는 種實에 의한 炭水化物 吸收는 長距離 轉流에 制限받지 않았다는 Gent⁸⁾의 結論과 一致한다. 葉과 種實의 糖含量에 대한 다른 報告들^{3,4,5,9)}도 있다. 콩 葉의 澱粉含量은 生育段階의 進展에 따라 增加되었다(그림4). 그러나 種實의 澱粉含量은 R6에서 增加하고 그 이후는 減少하는 傾向이었다. 上葉下莢除去의 下葉에서 澱粉含量이 4.3%로 가장 높았고 種實 澱粉含量은 處理間에 差異가 없었다. Crafts-Bradner와 Egli²⁾는 莢除去로 葉의 澱粉蓄積을 增加시켰다고 하였고^{1,12,14)}, McAlister와 Krober¹⁷⁾는 葉除去로 葉의 總糖含量이 減少되었다고 하였다. 葉의 澱粉含量이 上葉下莢除去의 下葉에 높은 것은 上部 種實로 轉流되지 못한 糖이 澱粉으로 蓄積된 것으로 보여진다⁵⁾.

콩의 葉과 種實의 蛋白質含量은 그림5에 나타낸 바와 같이 葉의 蛋白質含量은 生育段階의 進展에 따라 減少되는 傾向이었다. 處理別로는 上葉下莢除去의 下葉에서 높았고 下葉上莢除去의 上葉에서 낮아 下葉에 蛋白質含量이 많았다. Lauer와 Shibles¹⁵⁾는 莢除去로 葉의 蛋白質含量이 生育後期에 增加되었음을 報告한바 있다. 種實의 蛋白質含量은 R5에서 R8까지 繼續 增加를 나타냈는데 處理間에는 上葉下莢除去의 下部 種實에 가장 낮았고 上葉下莢除去의 上部 種實에서도 낮게 나타났다. Openshaw 등¹⁹⁾은 莢除去로 種實 蛋白質含量의 增加를 報告했는데^{17,20)}, Hicks와 Pendleton¹³⁾은

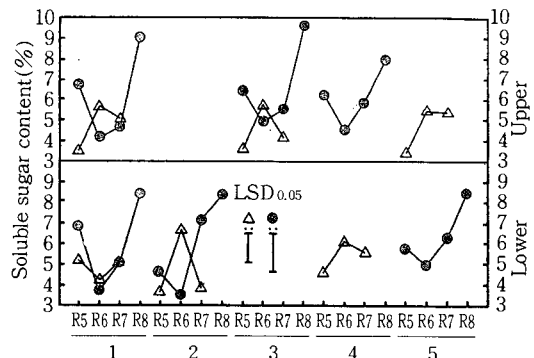


Fig. 3. Leaf (Δ) and seed (\bullet) soluble sugar content of upper and lower parts on the growth stages of soybean plants in five treatments.

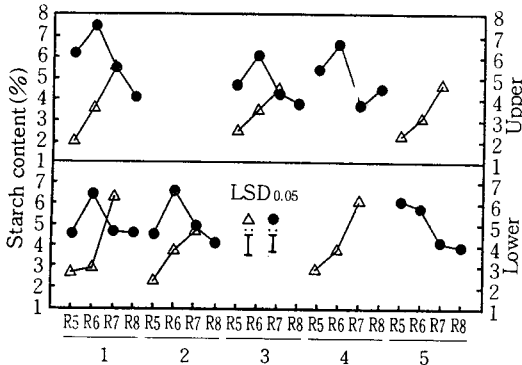


Fig. 4. Leaf(△) and seed(●) starch content of upper and lower parts on the growth stages of soybean plants in five treatments.

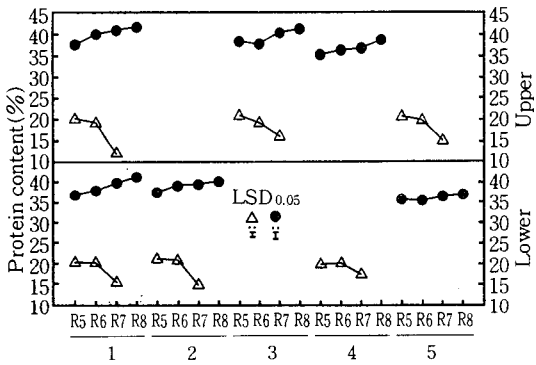


Fig. 5. Leaf(△) and seed(●) protein content of upper and lower parts on the growth stages of soybean plants in five treatments.

影響이 없었다고 하였다. 콩의蛋白質은 뿌리로부터 供給을 받으므로 下葉에 많이 蓄積되었고 種實에는 下葉上莢除去의 下部 種實에 적게 나타나, 蛋白質은 下部에서 上部로 轉流되며 葉에 蓄積된 蛋白質이 下部 種實로 長距離 移動은 약한 것으로 推定되었다.

콩의 기름함량은 葉에서는 生育段階의 進展과 함께 減少되는 傾向이었다(그림6). 下葉上莢除去處理의 上葉에서 높았고 上葉下莢除去의 下葉에서 낮아서 上部 葉에 기름함량이 많았음을 나타냈다. 種實의 기름함량은 R6에서 增加한 후 R8까지 減少되었는데 處理間에는 下葉上莢除去의 下部 種實에서 가장 높았고 上葉下莢除去의 上部 種實에도 對

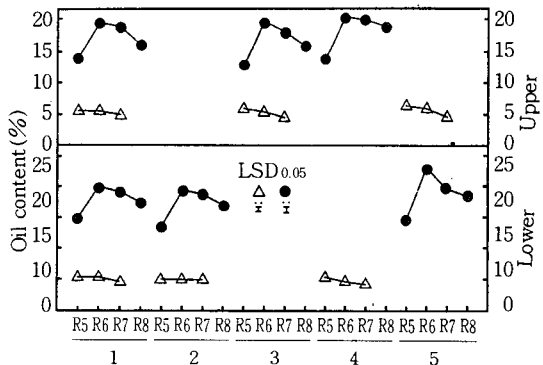


Fig. 6. Leaf(△) and seed(●) oil content of upper and lower parts on the growth stages of soybean plants in five treatments.

Table 1. Mean dry weight, soluble sugar, starch, protein and oil contents of leaf and seed on upper and lower parts of soybean plants in five treatments

Treatment	Part	Dry weight		Sugar		Starch		Protein		Oil	
		L	S	L	S	L	S	L	S	L	S
		g/5 plants		%							
1. Control	Upper	58.1	48.0	4.7	6.2	3.7	5.8	17.4	40.3	5.4	17.2
	Lower	68.4	76.0	4.9	6.1	4.0	5.0	18.9	39.3	5.3	17.9
2. Upper L-P removal	Lower	69.6	79.9	4.8	5.9	3.6	5.0	19.4	39.1	5.2	17.2
3. Lower L-P removal	Upper	58.1	55.7	4.5	6.6	3.5	4.8	18.9	39.8	5.3	16.7
4. Upper L-lower P removal	Upper	-	28.5	-	6.2	-	5.1	-	37.1	-	18.4
	Lower	100.9	-	5.4	-	4.3	-	19.4	-	4.9	-
5. Lower L-upper P removal	Upper	66.3	-	4.8	-	3.4	-	18.7	-	5.8	-
	Lower	-	58.5	-	6.4	-	5.0	-	36.1	-	19.1
LSD _{0.05}		14.7	9.9	ns	ns	0.6	0.4	0.5	0.9	0.3	0.4

note : ns : no significant. L : leaf, P : pod and S : seed.

摘 要

照區보다는 높았다. 種實의 기름함량에 대하여 葉除去¹⁷⁾와 莢除去^{17,19)}로 減少되었다는 研究도 있고 莢除去는 影響이 없었다는¹³⁾ 報告도 있다. 本 試驗에서 기름함량의 增加現象은 種實 乾物重과 蛋白質含量과의 關係에서 相對的인 增加로 생각되나 繼續的인 研究檢討가 要求된다.

以上の 結果는 表1과 2에 나타나 있는데 上葉下莢除去處理의 下部 葉 乾物重은 가장 높고 上部 種實重은 가장 낮아 同化物質의 下部에서 上部로의 轉流는 매우 制限되었음을 보였다. 葉과 種實의 可溶性 糖含量은 處理間에 差異가 없어 主要 轉流物質임을 나타냈다. 澱粉含量은 上葉下莢除去의 下葉에 가장 높아서 上部로 移動하지 못한 同化物質이 많이 蓄積된 結果로 보인다. 葉의 蛋白質含量은 모든 處理에서 上部 葉에서보다 下部 葉에서 높았는데 種實의 蛋白質含量에 있어서는 下葉上莢除去의 下部 種實에서 가장 낮고 上葉下莢除去의 上部 種實에서도 對照區보다 낮았다. 따라서 콩의 生殖生長期동안의 長距離 轉流에 있어서 同化物質의 大部分은 上部에서 下部로 強하게 轉流되며, 蛋白質은 下部에서 上部로 移動되나 葉에서 下部 또는 上部 種實로의 再移動은 弱한 것으로 나타났다.

Table 2. Mean dry weight of stem, leaf, pod and seed, and soluble sugar, starch, protein and oil contents of leaf and seed on the soybean growth stages of five treatments

Classification	Growth stage				LSD _{0.05}
	R5	R6	R7	R8	
Dry weight	(g/5plants)				
stem	100.9	110.6	99.0	81.7	8.8
leaf	91.9	105.4	55.5	-	21.7
pod	32.5	45.5	48.4	44.5	5.6
seed	14.3	58.3	104.2	100.5	7.4
Leaf	(%)				
sugar	3.9	5.8	4.8	-	1.2
starch	2.5	3.5	5.2	-	1.0
protein	20.8	20.4	15.6	-	0.9
oil	5.7	5.3	4.9	-	0.6
Seed	(%)				
sugar	6.0	4.4	6.0	8.7	2.5
starch	5.2	6.4	4.4	4.2	1.3
protein	37.0	37.6	38.9	40.0	0.6
oil	14.0	20.5	19.2	17.5	0.5

콩의 生殖生長期인 着莢始(R3)에 上部 40%와 下部 60%로 區分하여 葉除去와 莢除去處理에 의한 葉과 種實의 乾物重, 可溶性 糖, 澱粉, 蛋白質 및 기름함량에 미치는 影響을 究明하기 위하여 1992년 高麗大學校 自然資源大學 德沼農場에 黃金콩을 供試하여 實施한 試驗結果를 要約하면 다음과 같다.

1. 上葉下莢除去處理의 下部 葉 乾物重이 가장 높았고 上部 種實 乾物重은 가장 낮았다.
2. 可溶性 糖含量은 處理間 葉과 種實에서 差異가 없었다.
3. 澱粉含量은 上葉下莢除去의 下部 葉에서 가장 높았다.
4. 蛋白質含量은 下部 葉이 上部 葉보다 높았는데 種實에서는 下葉上莢除去의 下部에서 가장 낮았다.
5. 기름함량은 下葉上莢除去의 上部 葉과 下部 種實에서 가장 높았다.
6. 콩 生殖生長期의 長距離 轉流에 있어서 同化物質은 上部에서 下部로 이루어지며, 蛋白質源은 下部에서 上部로 일어나지만 葉에서의 再移動은 弱했다.

引用文獻

1. Cihra, A. J. and W. A. Brun. 1978. Effect of pod removal on non-structural carbohydrate concentration in soybean tissue. *Crop Sci.* 18:773-776.
2. Crafts-Bradner, S. J. and D. B. Egli. 1987. Sink removal and leaf senescence in soybean : cultivar effects. *Plant Physiol.* 85:662-666.
3. Dornbos, D. L. Jr. and M. B. McDonald, Jr. 1986. Mass and composition of developing soybean seeds at five reproductive growth stages. *Crop Sci.* 26:624-630.
4. Egli, D. B. and J. E. Leggett. 1976. Rate

- of dry matter accumulation in soybean seeds with varying source-sink ratios. *Agron. J.* 68:371-374.
5. _____, _____, and Audrey Cheniae. 1980. Carbohydrate levels in soybean leaves during reproductive growth. *Crop Sci.* 20:468-473.
 6. _____, E. L. Ramseur, Y. Zhen-wen, and C. H. Sullivan. 1989. Source-sink alterations affect the number of cells in soybean cotyledons. *Crop Sci.* 29:732-735.
 7. Fehr, W. R., C. E. Caviness, and J. J. Vorst. 1977. Response of indeterminate and determinate soybean cultivars to defoliation and half-plant cut-off. *Crop Sci.* 17:913-917.
 8. Gent, Martin P. N. 1982. Effect of defoliation and depodding on long distance translocation and yield in Y-shaped soybean plants. *Crop Sci.* 22:245-250.
 9. Giaquinta, R. T., B. Quebedeaux, N. L. Sadler, and V. R. Franceschi. 1984. Assimilate partitioning in soybean leaves during seed filling. R. Shibles (ed.) *World Soybean Research Conference III. Physiology*:729-738.
 10. Goli, A. and D. B. Weaver. 1986. Defoliation responses of determinate and indeterminate late-planted soybeans. *Crop Sci.* 26:156-159.
 11. Gwathmey, C. O., A. E. Hall, and M. A. Madore. 1992. Pod removal effects on cowpea genotypes contrasting in monocarpic senescence traits. *Crop Sci.* 32:1003-1009.
 12. Heitholt, J. J., D. B. Egli, J. E. Leggett, and C. T. MacKown. 1986. Role of assimilate and carbon-14 photosynthate partitioning in soybean reproductive abortion. *Crop Sci.* 26:999-1004.
 13. Hicks, D. R. and J. W. Pendleton. 1969. Effect of floral bud removal on performance of soybeans. *Crop Sci.* 9:435-437.
 14. Kollman, G. E., J. G. Streeter, D. L. Jeffers, and R. B. Curry. 1974. Accumulation and distribution of mineral nutrients, carbohydrate, and dry matter in soybean plants as influenced by reproductive sink size. *Agron. J.* 66:549-554.
 15. Lauer, M. J. and R. Shibles. 1987. Soybean leaf photosynthetic response to changing sink demand. *Crop Sci.* 27:1197-1201.
 16. Lawn, R. J. and William A. Brun. 1974. Symbiotic nitrogen fixation in soybeans. I. Effect of photosynthetic source-sink manipulations. *Crop Sci.* 14:11-16.
 17. McAlister, D. F. and O. A. Krober. 1958. Response of soybeans to leaf and pod removal. *Agron. J.* 50:674-677.
 18. Mondal, M. H., W. A. Brun, and M. L. Brenner. 1978. Effects of sink removal on photosynthesis and senescence in leaves of soybean plants. *Plant Physiol.* 61:394-397.
 19. Openshaw, S. J., H. H. Hadley, and C. E. Brokoski. 1979. Effects of pod removal upon seeds of nodulating and nonnodulating soybean lines. *Crop Sci.* 19:289-290.
 20. Schonbeck, M. W., F. C. Hsu, and T. M. Carlsen. 1986. Effect of pod number on dry matter and nitrogen accumulation and distribution in soybean. *Crop Sci.* 26:783-788.
 21. Thorne, J. H. and H. R. Koller. 1974. Influence of assimilate demand on photosynthesis, diffusive resistances, translocation, and carbohydrate levels of soybean leaves. *Plant Physiol.* 54:201-207.
 22. Thrower, S. L. 1962. Translocation of labelled assimilates in the soybean. II. The pattern of translocation in intact and defoliated plants. *Aust. J. Biol. Sci.* 15:629-649.