

나물콩 및 밥밀콩 品種들의 栽植密度에 따른 光利用과 收量反應

李浩鎭* · 金弘植* · 李弘祐*

Yield Response and Light Utilization to Planting Density in Soybean Cultivars for Bean Sprouting and for Cooking with Rice

Ho Jin Lee*, Hong Sik Kim* and Hong Suk Lee*

ABSTRACT : Soybean cultivars for bean sprouting, and for cooking with rice are related closely with Korean dietary tradition, but their yields have been kept in low level. The yielding responses of Danyup, a cultivar for bean sprouting and Gumjung, a cultivar for cooking with rice were compared with Paldal as standard cultivar in planting density within 10 to 80 plants per m². Yield of Paldal increased as planting density increased from 10 plants up to 80 plant/m². But, Danyup reached at threshold as planting density reached up to 40 plants/m². Gumjung did not have significant difference in yield within planting density. Danyup had the highest yield, 445 kg/10a at 80 plants/m². The highest yield of Paldal was 406kg/10a at 40 plants /m² while Gumjung had 373kg/10a at 40 plants. The yield responses of cultivars were influenced by canopy structure and light utilization. Paldal had short and straight canopy with determinate growth habit responded well at the heavy density, and had 6.2 in critical LAI. But Gumjung, tall and dense canopy with indeterminate growth habit had limited utilization of light within canopy with 5.4 in critical LAI and high rate of lodging. Gumjung was concluded as a low yielding cultivar, since it did not have good response to increasing source size and sink number.

우리나라의 大豆는 三韓시대 이래 재배되어온 오랜 작물이지만 품종의 分化와 育成이 미흡하고 재배법의 개선이 충분하지 못하여 국내 대두의 평균수량은 1989년에 159kg/10a으로 세계평균에도 모자라는 낮은 수준이다. 해마다 도입량이 늘어나 국내자급율도 15%미만으로 감소되었고 계속하여 줄어들 전망이다.

또 재배연한이 짧은 미국이 225kg/10a, 카나다가 276kg/10a으로 세계에서 매우 높은 생산성을 나타내고 있으나 오랜 재배전통을 가진 우리나라가 아직도 低收量에 머물고 있음은 심각히 검토되어야 할 과제이다. 그 이유로서는 토양조건, 기상환경 등 환경요인과 품종이나 재배법과 같은 기술적 요인으로 나누어 볼 수 있으나 재배법의 개선에 의한 增收가능성은 매우 클 것으로 생각된다.

국내 대두 품종 육성은 용도에 따라 醬用, 油

脂用, 나물용, 밥밀용 등으로 나눌수 있는데 유지용과 장용은 소요량이 많아 해외도입으로 충당되고 있으나, 나물용이나, 밥밀용은 한국의 傳統的 食生活와 관계가 깊고 품종의 특수성때문에 국내에서 自給하지 않으면 안될 것으로 생각된다.

본 연구는 대두 나물용과 밥밀용품종들을 여러 가지 栽植密度에서 재배하고 기존의 耐倒伏 多收性 장려품종인 팔달과 비교하였다. 대두의 수량은 어느수준까지는 밀식에 따라 증수되지만 적정 과종밀도는 m²당 20本에서 60本에 이르는 큰 변이를 보이는 것으로 보고되고 있다.¹³⁾ 또한 칠리의 INTSOY에서 690/10a의 기록적인 多收를 보고한바^{3,10)} 있고 우리나라에서도 665kg/10a의 다수확기록으로 미루어 볼때 증수가능성은 매우 크다 하겠다. 대두의 품종들은 재식밀도에 따라 지상부의 日光의 浸透와 지하부 養水分의 配分에서

* 서울대학교 농과대학 (Seoul National Univierstiy, Suwon, 441-744)

크게 영향을 받고 최종 수량에 증감을 나타내게 된다. 따라서 본 연구에서는 種實의 크기에 현저한 차이가 있는 나물콩, 밥밀콩 품종들의 生育과 草型の 차이에 따른 光利用性을 해석하고 수량과의 관계를 분석하였다.

材料 및 方法

本 研究은 서울大學校 農科大學 實驗農場에서 圃場實驗으로 實施되었다. 實驗圃場은 오랜 期間 동안 休閑과 밭作物들을 輪作하였던 곳이며 土性은 埴壤土로서 비교적 土深이 깊고 排水가 양호하였다. 實驗前後의 토양조건을 보면 아래 표와 같이 토양산성이 강하고 유기물이 부족한 곳이었다(表 1).

1) 品種 및 試驗區 配置: 대두품종은 밀식용 장려품종인 八達콩, 小粒 多收性인 나물용 품종으로 短葉콩, 大粒種으로 밥밀용 품종이고 재래종인 검정콩을 실험에 사용하였다. 팔달콩과 단엽콩은 작물시험장 전작과에서 종자용으로 분양 받았으며 검정콩은 수집 재래종이었다.

파종밀도는 畦幅을 50cm로 동일하게 하였고 재식거리를 20cm(10본/m²), 15cm(13.5본/m²), 10cm(20본/m²), 5cm(40본/m²)의 5처리로 달리 하였다. 포장의 시험구 배치는 재식밀도를 主區로, 품종을 細區로 하는 3반복의 分割區配置法을 적용하였다. 포장을 조성할 때 석회(300kg/10a)와 腐葉 퇴비(1,000kg/10a)를 전 포장에 골고루 뿌리고 경운하였다. 파종은 1988년 5월 20일에 하였고 대두전용 被肥를 10a당 N-P₂O₅-K₂가 4-7-6kg 수준으로 全量 基肥로 사용하였다.

2) 生育, 수량 및 조사항목: 파종후 50일째인 7월 9일부터 20일 간격으로 초장, 엽면적지수(LAI), 지상부 및 지하부 건물중을 정기적으로 조사하였고, 着莢이후부터 莢數, 莢重을 측정하였다. 또 畝락의 입체공간에서 엽면적량을 표시

하기위하여 아래와 같이 葉積密度(Leaf Volume Density, LVD)를 환산하였다.

엽적밀도 = (단위면적당 엽면적의 총화 / (단위토양면적 × 초장cm)) × 100 = (LAI / 초장cm) × 100
 품종별 일사광 이용성을 알기위하여 畝락내부에서 지표광도를 Quantum미터를 이용하여 光合成有效光波長을 측정하였고 透光率을 환산하였다.

수량조사는 잎이 褐變하고 낙엽이 시작된후 품종별로 수확하여 槓수. 종실수, 100립중을 조사하였고 수량은 1m² 면적당 종실중을 달고 수분함량을 14%으로 보정하였다.

3) 試驗期間 동안 氣象條件

1988년도 대두시험기간인 5월 10일부터 10월 10일까지 기상은 전반적으로 매우 양호한 편이었다. 溫度條件은 日平均氣溫이 生育初期부터 例年氣溫보다 2°C가량 높게 유지되었고 槓비대기인 8월에 들어서면서 1°C 정도 낮았으나 대체로 例年氣溫과 비슷하였다. 平均氣溫을 積산하였을 때 재배기간동안 3,249.2°C로서 例年 平均氣溫 積산 3,180.4°C 보다 68.8°C 높았다. 반면 강수량은 701.4mm로서 例年보다 모자랐으나 主要生育時期에 걸쳐 적절히 補給되어 내렸고 高密度區의 검정콩을 除外하고는 장마 以後 발생하기 쉬운 도복현상이 심각하지 않았다. 日射量은 7月中旬에 除外하면 높은 편으로 作況에 유리하게 작용하였고 颱風의 내습이 전혀 없는 해였다.

結果 및 考察

대두품종들의 生育期는 서로 달라 八達이 가장 早生性을 보인 반면 검정콩이 晚熟性이었다. 各品種의 生育期區分은 다음과 같았다.

(1) 形態 生長: 대두 품종들의 莖長은 生育期가 進展됨에 따라 계속 증가하였으나 八達은 開化期 以後 伸長의 增大가 멈추는 有限伸育型이었다. 반면 검정콩은 開花 結莢期에도 계속 자라는

Table 1. Chemical properties of the soil at experimental site.

	pH	CEC	O.M. (%)	Total N (%)	P (ppm)	Exchangeable cation (Me/100g)		
						Mg	Ca	K
Before Experiment	5.12	12.47	0.68	0.10	14.26	1.80	5.38	0.19
After Experiment	4.80	11.21	1.44	0.085	8.55	1.92	6.27	0.17

生育期		短葉	검정콩	八達
開化始期 (R ₁)		7/18 (59 DAP)	7/20 (61 DAP)	7/15 (56 DAP)
開化盛期 (R ₂)		7/25 (66 ")	7/28 (69 ")	7/21 (62 ")
莢肥大中期 (R ₄)		8/14 (86 ")	8/19 (91 ")	8/9 (81 ")
種實肥大中期 (R ₆)		8/30 (102 ")	9/10 (113 ")	8/25 (97 ")
收穫期		10/9	10/11	9/30

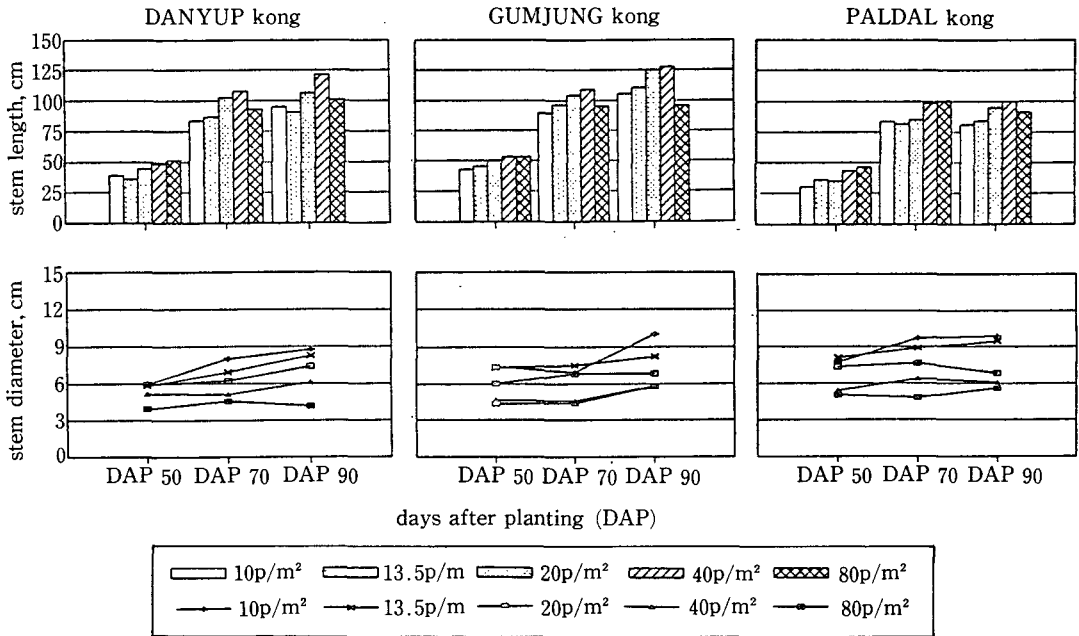


Fig. 1. Stem growth affected by planting density in soybean cultivars.

無限伸育型을 보였으며 短葉콩은 중간적인 성질을 보여 협비대기에 들면서 신장이 멈추었다. 재식밀도의 영향을 받아 개화기 이전에는 低密度區보다 高密度區에서 伸長이 컸으나 生育後期로 갈수록 中間密度에서 莖長이 길었고 高密度區는 伸長이 중지되었다(그림 1)

莖直徑은 八達은 開花期 以後 增加가 멈추었으나 短葉콩과 검정콩은 後期까지도 增加하는 傾向을 보였다. 특히 栽植密度的 影響이 컸는데 세品種 모두 低密度일수록 굵어지는 傾向이 뚜렷하였다. 莖의 直徑은 莖長과 함께 도복에 關여하는 主要要因으로 檢정콩과 같이 키가 크고 줄기가 가는 高密度에서는 도복이 심하였다.

(2) 乾物量과 T/R比: 個體當 乾物量은 生育期가 進展됨에 따라 계속 增加하였으나 密度에 따라 크게 影響을 받았다. 특히 m²當 80個體의 高密度에서는 건물중의 증가가 미미하였지만 中低

密度에서는 현저히 증가하였고 세品種 모두 동일한 傾向이었다(그림 2).

단위면적당 건물중은 세 品種 모두 種實肥大期 (R₆)까지 계속 增加되었고 密度에 따른 反應은 短葉콩과 檢정콩은 密度가 높을수록 增加하였으나 八達콩은 莢肥大期 (R₄)以後에는 密度的 差異가 현저하지 않았고 面積當 乾物重 集積은 비슷하였다.

地上部和 地下部 乾物重의 比를 보면 세 品種 모두 生育이 進展됨에 따라 增加의 傾向을 보였으나 地上部가 繁茂型인 檢정콩이 20에 가까운 値를 보여 根部가 상대적으로 貧弱함으로써 도복이 쉽게 일어날 수 있는 草型임을 알 수 있다. 八達콩은 R₄期 以後에도 11~16정도의 T/R比를 나타내어 地上部和 地下部の 均衡이 잡힌 草型이었다. 密度에 대한 反應은 短葉콩의 경우는 高密度에서 높은 値를 보였으나 檢정콩과 八達콩에서

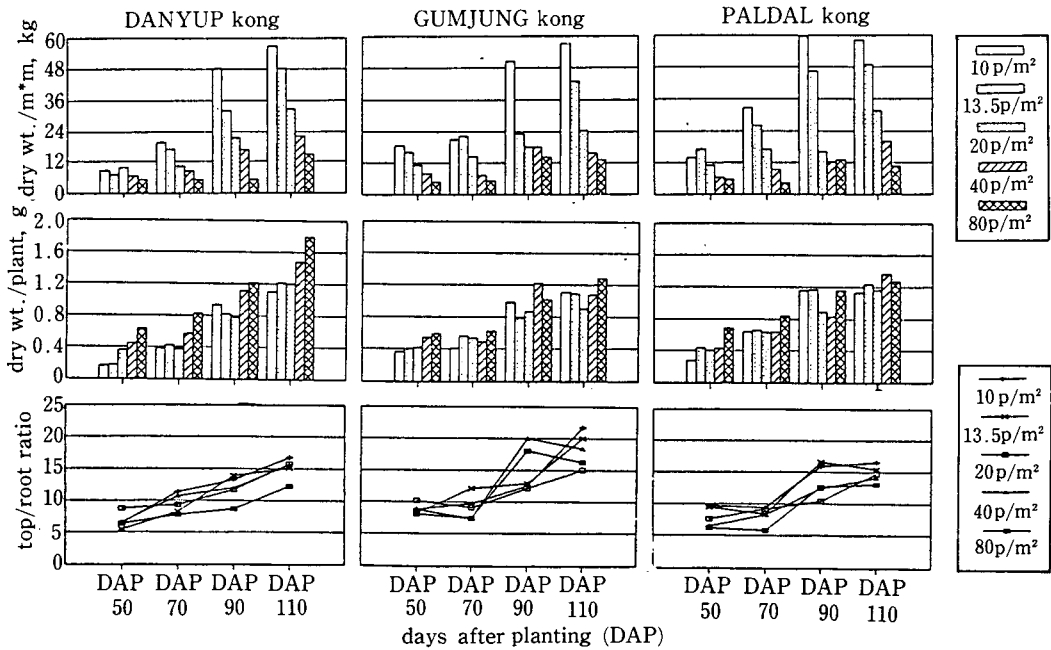


Fig. 2. Dry matter accumulation and top/root ratio affected by planting density in soybean cultivars.

는 一定한 傾向을 認定하기 어려웠다.

(3) 葉面積과 光利用性: 短葉콩과 검정콩에서 葉면적지수(LAI)는 종실비대기인 파종후 110일 경까지 증가하였다가 그후 老葉이 많아지면서 急減하였다. 반면 팔달콩은 70일경의 개화기에 이미 최대 LAI에 도달하였다가 100일까지는 그대로 유지되었고 그후 낙엽이 심하여 졌다. 재식 밀도가 증가할수록 세품종의 LAI가 모두 증가하였는데 최대 LAI는 단엽콩은 6-10, 검정콩은 5-9, 팔달콩은 6-8으로 나타났다(그림 3).

대두 군락의 하부에서 측정된 光透過率은 개화기 이후부터 10%이하로 떨어지기 시작하여 광투과율이 5%인 限界 LAI는 단엽콩에서 5.8, 검정콩은 5.4, 팔달콩은 6.2로 추정되었다. 이 값은 Shibles 등¹¹⁾의 3.1-4.5보다는 높게 나타났고 미국품종과 한국품종의 葉형, 葉각 및 배열에 따른 群落차이¹¹⁾ 때문으로 생각된다(그림 4).

작물군락간의 光의 消滅 상태를 고려하려면 단순히 葉면적에서 계산된 LAI 값의 영향보다는 草長을 고려한 공간내의 葉면적지수로서 환산하는 편이 더 정확할지 모른다. 왜냐하면 동일한 LAI를 가진 두군락 간에 光度는 초장이 큰 군락의 경우 散光이 더 많이 일어나고 透光性이 양호하기 때문이다. 본 연구 결과를 葉積密度(Leaf Volume Density, LVD)로서 환산하여 보았을때

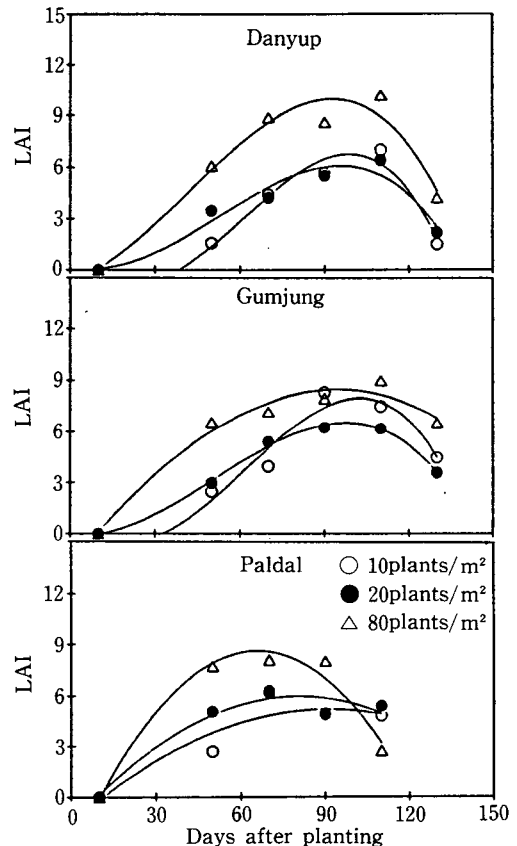


Fig. 3. Response of LAI to planting density in soybean cultivars.

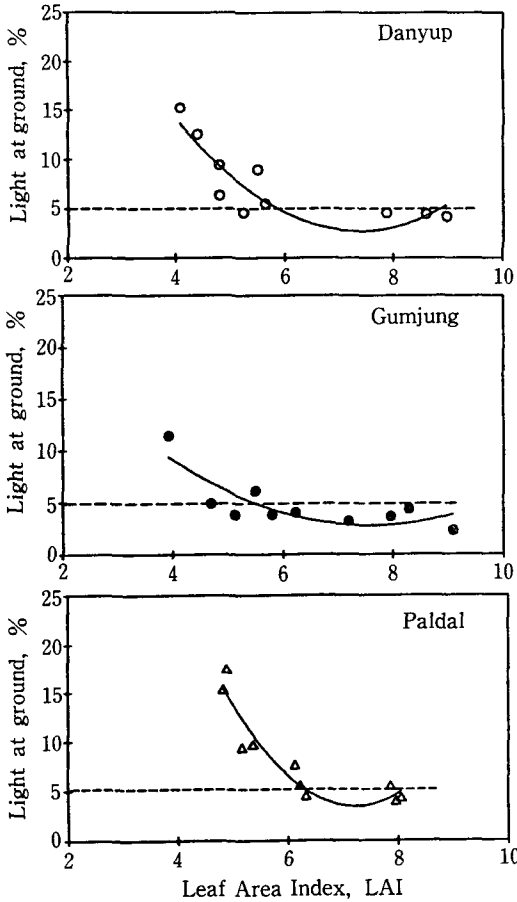


Fig. 4. LAI and light intensity at ground within soybean canopy.

3에서 12까지의 값을 보였고 품종별 초형 특징을 보이면서 쪼의 관계를 인식할 수 있었다. (그림 5) 검정콩은 無限伸育型 초형으로 過繁茂하고 잎들 간의 상호 遮光이 심한 반면 有限伸育型인 팔달콩은 상대적으로 광이용성이 양호함을 보여주는 것이다. 따라서 팔달콩이 보다 밀식에 대한

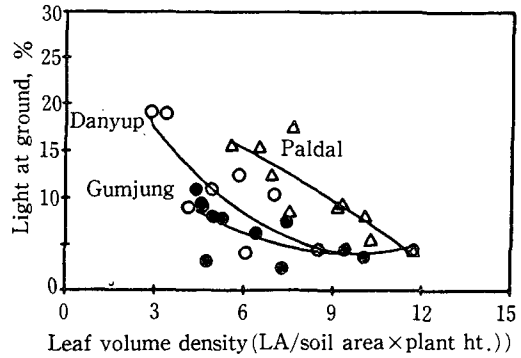


Fig. 5. Relationship between leaf volume density and light intensity at ground within soybean canopy.

적응성이 우수한 품종으로 판단된다.

(4) 收量 및 收量構成要素: 대두 품종들의 種實收量은 栽植密度間에는 有意인 差異가 인정되지 않았으나 品種間에는 差異가 있었고 또 密度와 品種間의 相互作用에도 有意性이 存在하였다 (表 2). 各 品種別로 密度에 대한 反應을 보면 短葉콩은 m^2 당 40株까지 栽植密度가 증가함에 따라 增收되었으나 80株의 過密狀態에서는 減少되는 傾向이었다(그림 6). 검정콩은 m^2 당 10~40株까지는 수량차이가 없었지만 80株에서는 격감하였다. 반면 八達콩은 80株까지 密度가 增加함에 따라 계속 增加하는 傾向이 뚜렷하였다. 가장 다수를 보인 密度는 短葉콩의 40株/ m^2 에 444.5kg/10a이고 그 다음은 八達콩의 80株/ m^2 에서 405.7kg/10a을 나타내었다.

個體當 莢數는 密度와 品種間 모두 有意적인 차이가 現저하였는데 모든 品種에서 低密度區에서 가장 莢數가 많았고 密度가 增加함에 따라 減少되었다(그림 7). 莢當 粒數는 八達콩이 平均 1.95個로 가장 많았고 검정콩은 1.47개로 적은 품

Table 2. Analysis of variance for seed yield and its components measured at the different plant density in soybean cultivars.

SV	DF	F-Value				
		No. of pod per plant	No. of seed per plant	100 seed weight	No. of node per plant	Seed yield
Density (Den)	4	59.89**	74.52**	7.93**	21.65**	2.61 N.S
Replication (Rep)	2	0.87*	1.15*	7.02**	3.52*	0.33 N.S
Den * Rep	8	1.23*	1.21*	0.72 N.S	2.59*	2.62*
Variety (Var)	2	15.17**	18.70**	515.3.**	21.87**	9.97**
Den * Var	8	2.39 N.S	0.59 N.S	1.52 N.S	1.34 N.S	6.13**

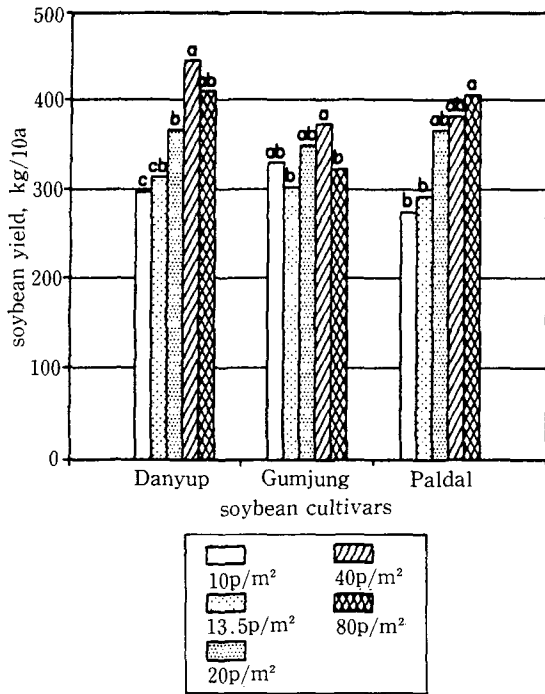


Fig. 6. Yield response to planting density in soybean cultivars.

種이었다. 密度에 따른 影響은 八達콩에서 인정되었는데 粒數는 低密度에서 많았고 高密度에서 적었다. 個體當 種實數는 세 品種 모두 密度가 높아짐에 따라 현저하게 감소하였다. 반면 100粒重은 品種間의 差異가 매우 컸는데 검정콩은 平均 24.0g이었으나 八達콩은 17.6g, 短葉콩은 15.4g이었다. 또 검정콩은 低密度區에서 高密度로 密度가 增加함에 따라 粒重이 減少되었다.

(5) 대두 품종의 密植適應性和 收量: 단위면적당 재식밀도를 증가시키기에 따라 품종별 수량반응은 다르게 나타났다. 기존의 보고에서 多收를 위한 最適 密度를 李⁵⁾는 45-60본, 朴^{7,8)}은 25-33본, 崔²⁾는 40본으로 보고한바 있다. 본 연구의 나물콩과 같은 소립종에서는 40본에서 최대수량을 나타내어 적정밀도가 존재하였으나 대립종인 밤밀콩품종의 검정콩은 고밀도에서 도리어 감소하였고 중립종인 팔달콩은 80본까지 밀식에서도 증수가 계속되었다. 팔달콩은 分枝數가 적고 莖長이 짧으며 分枝角과 葉柄角이 좁은 短莖 耐倒伏性으로 이러한 초형이 밀식에 잘 적응함을 보여주었다. 이것은 LAI에 대한 수량반응을 나타

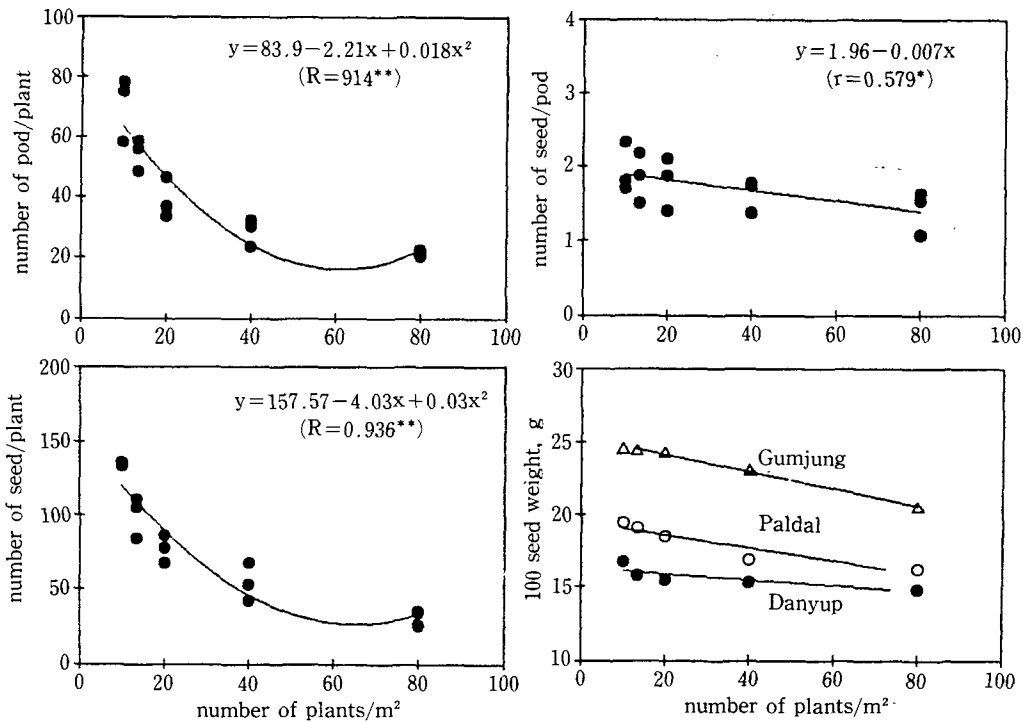


Fig. 7. Responses of yield components to planting density in soybean cultivars.

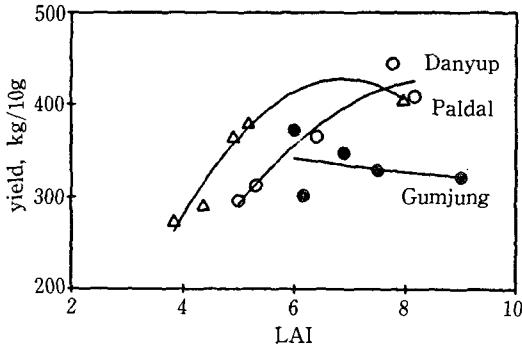


Fig. 8. Yield response to leaf area index (LAI) in soybean cultivars.

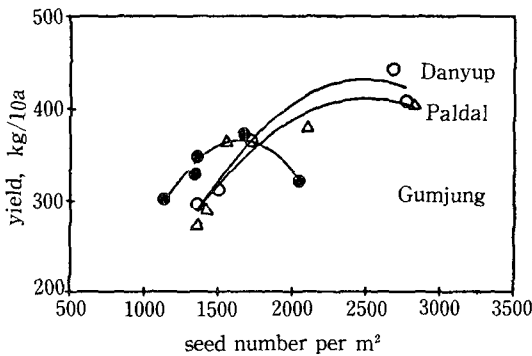


Fig. 9. Yield response to seed number in soybean cultivars.

넌 그림 8과 같이 단엽콩과 팔달콩은 LAI가 6-8에 이르도록 수량의 증가가 계속되거나 고수량을 유지하는 경향이었으나 검정콩은 반응이 없었다. 본연구의 最適 LAI는 기존의 보고 5⁹⁾, 4-5⁴⁾ 보다 좀 더 높은 값을 보였고 수량에서도 多收를 보였다. 한편 단위면적당 종실수로 표시된 sink capacity에 대한 수량반응은 그림 9에서와 같이 단엽콩과 팔달콩은 m²당 2,300립까지 증수를 보이고 3,000립에 이르도록 최대수량을 유지하는 경향으로 sink의 확보가 증수에 기여할 수 있었으나 검정콩은 최대수량이 1,600립정도에서 그치고 그 이상에서는 도리어 감수를 초래하였다. 이것은 검정콩은 source-sink 관계가 긴밀하지 못하기 때문이며 다수성의 품종으로 인정될 수 없었다.

摘 要

한국의 傳統的 食生活와 관계가 깊은 나물용, 밥밀용 대두품종들의 收量性과 增收가능성을 검토하기 위하여 栽植密度시험을 실시하였다. 나물용품종으로 短葉콩, 밥밀용품종으로 검정콩과 장려품종인 八達콩을 m²당 10본에서 80본까지 5가지 재식밀도에서 시험하였다.

1. 재식밀도가 증가함에 따라 세품종 모두 단위 면적당 지상부 乾物重은 늘어났으며 LAI는 협비대 증기에서 중실비대기 사이에서 최대에 달하였고 밀도에 따라 단엽콩은 6-10, 검정콩은 5-9, 팔달콩은 5-8을 나타내었다. 限界 LAI는 품종에 따라 5.4-6.2로 추정되었고 葉積密度에 따라 畝內 地表光度는 감소하는 경향을 보였다.

2. 종실수량은 단엽에서 m²당 40본에 이를 때까지 계속 증가하여 444.5kg/10a으로 최고수량을 나타내었고 그이상의 고밀도에서는 감소하였다. 반면 검정콩은 밀도에 따른 수량차이가 인정되지 않았고 팔달콩은 최고밀도인 80본까지 증가하여 405.7kg/10a의 최고수량을 나타내었다. 개체당 莢數와 粒數는 밀도증가에 반비례하여 감소되었고 100粒重은 검정콩에서 약간 감소하였을 뿐 큰 영향은 없었다.

3. 엽면적 source와 종실 sink의 증가는 단엽콩과 팔달콩에서 수량증가로 나타날수 있었으나 大粒種인 검정콩에서는 증수에 기여하지 못하여 수량성이 낮은 품종으로 결론지었다.

引 用 文 獻

- 1) 權臣漢·安容泰 外 2人 1973. 大豆이 草型에 따른 栽植密度가 種實收量 및 收量構成要素에 미치는 영향. 韓作誌 14 : 91-96.
- 2) 崔彰烈·金忠洙 1973. 大豆省力栽培에 관한 研究. 韓作誌. 14 : 65-69
- 3) Judy, W.H., and H.J. Hill, 1979. International soybean variety experiment-fifty report of results -1977. Int. Agric. Publ. INTSOY ser. 19 Univ. of Illinois, Urbana-campaign. 285p
- 4) 李弘柘 1974. 大豆의 密植多收型 品種選定에 관한 育種學的 研究. 第1號 서울大 論文集

- 生農篇. 24 : 45-67
- 5) _____ 1976. 大豆의 密植多收型 品種選定에 관한 育種學的 研究. 第3號. 서울大 農學研究 1(2) : 45-60
 - 6) 朴根龍 1974. 大豆增收要因과 栽培上の 改善點. 韓作誌 16 : 77-86
 - 7) _____ 1974. 有無限型 大豆品種의 栽培條件에 따른 乾物生産 및 形態變異에 관한 研究. 韓作誌. 17 : 45-78
 - 8) 小島陸男·福井重郎 1966. 大豆の子實生産に關する研究.(IV) 日作記. 34 : 448-452
 - 9) Sanders, J.L 1986. Maximum yield and maximum economic yield for soybean in soybean in tropical and subtropical cropping systems. p. 189-201. Proc. of Symposium, Tsukuba, Japan
 - 10) Shibles, R.M., and Weber, C.R. (1965) Leaf area, solar radiation interception and dry matter production by soybeans. Crop Sci. 5 : 575-577
 - 11) Tanaka, A. 1986. The physiology of soybean yield improvement. In 'Soybean in tropical and subtropical cropping systems.' p.323-331. Proc. of Symposium, Tsukuba, Japan
 - 12) Whigham, D.K. 1983. Soybean. in 'Potential productivity of field crops under different environments.' p 205-227, IRRI