

제주 재래대두의 재식밀도에 따른 생육형질, 수량 및 사료가치에 미치는 영향

조 남 기, 강 영 길, 송 창 길, 윤 상 태, 조 영 일*, 김 동 현
제주대학교 식물자원과학과, 서울대학교 농업생명과학대학*

Effects of Planting Density on Growth Characters, Forage Yield and Feed Value of Jeju Native Soybean

Nam Ki Cho, Young Kil Kang, Chang Khil Song, Sang Tae Yun,
Young Il Cho*, Dong Hyun Kim

Dept. of Plant Resources Science, College of Agric. & Life Sci., Cheju National University
College of Agric. & Life Sci., Seoul National University*

ABSTRACT : Jeju native soybean was grown at five plant densities (30×30cm, 30×25cm, 30×20cm, 30×15cm, 30×10cm) from May 11 to September 10 in 2002 in Jeju island to determine the optimum plant density. Days to flowering was delayed from 94 days to 98 days as increasing of plant density. Plant height was 103cm at 30×30cm plot, as plant density increased, was 117cm at 30×10cm plot. As plant density increased, the number of branches and leaves, stem diameter, weight of plant, root length and weight of root grew low. As plant density increased from 30×30cm to 30×15cm, fresh forage, dry matter, crude protein and TDN yield increased 23.3~36.5MT/ha, 5.1~8.0MT/ha, 0.8~1.4MT/ha and 2.9~4.8MT/ha respectively, but decreased at 30×10cm plot. As plant density increased, crude protein, crude fat, NFE and TDN content increased 16.2~17.9%, 2.7~3.7%, 37.6~40.7% and 56.1~60.0% respectively. In contrast with this, crude fiber and

crude ash decreased 34.9~30.8% and 8.6~7.2% respectively. To reach the climax of forage yield was estimated optimum plant density to be 30×15cm.

Key words : Jeju native soybean, planting density, forage yield, feed value

서 론

콩(*Glycine max* L.)은 일년생 열대 작물로서 생육이 왕성하고, 토양 적응성도 매우 강하여 척박한 토양조건에서도 어느 지역에서나 안전하고 쉽게 재배할 수 있는 특성을 지니고 있는 것으로 알려져 있다(조, 1984). 콩에도 단백질, 비타민(A, B, D, E) 등 영양가치가 매우 풍부하여 오래 전부터 식용, 가공용, 공업용, 사료 및 녹비작물 등 다양한 용도로 이용되고 있다(James와 Kobura 1983, Putnam 등 1985).

콩의 이와 같은 재배적 특성과 용도의 다양성 때

문에 외국에서도 넓은 면적에 콩을 재배하고 있으며, 우리 나라에서도 콩 재배가 주류를 이루고 있고, 전 두과작물의 74%를 차지하고 있다. 특히 콩은 오랫동안 국민 영양상 중요한 단백질 급원으로 이용되어 왔고, 근류균에 의한 공중질소 고정·공급 등 재배 및 이용 면에서 유리한 특성 때문에 우리 나라에서는 여름 작물의 주체를 이루어왔다(조, 1984). 우리나라에서 콩의 파종은 맥후작으로 5월 중순에서 6월 하순까지 조파, 산파 및 점파하고 있고, 파종량은 70kg~90kg/ha 정도가 소요되고 있다(이 1974). 콩의 재식밀도는 재배지역, 파종기, 토양수분 함량, 비옥도, 파종양식, 관리방법 및 품종에 따라 차이가 큰 것으로 보고되고 있다. 이(1974)에 의하면 최고수량을 나타내는 적정 재식본수는 충북백콩은 56~59주/m², SRF-300은 53~60주/m² 광교는 45~47본/m²이 소요된다고 하였으며, 박등(1971)은 단작 조파시에는 재식본수가 콩의 생육습성에 따라 차이가 크나 직립

형 품종의 밀식한계는 145,000~180,000주/ha, 반직립형은 70,000~105,000주/ha이나 직립형 품종이 밀식적용 품종이라고 하였다. 이외에도 종실수확을 목적으로 하여 콩의 재식밀도를 구명한 연구는 많으나(Putnam 등 1985, 김등 1993) 청예사료를 생산할 목적으로 콩의 재식밀도를 구명한 연구는 미미한 실정이다. 따라서 본 시험은 제주지역의 화산회토양에서 제주 재래대두를 사료생산할 목적으로 재식밀도에 따른 생육형질, 사초수량 및 사료가치를 구명하고자 하였다.

재료 및 방법

본 시험은 제주재래 대두의 재식밀도에 따른 생육 반응, 사초수량 및 사료가치를 구명하기 위하여 2002년 5월 11일부터 2002년 9월 10일까지 표고 278m에

Table 1. Physical and chemical properties of soil in experimental field.

pH	O.M (%)	A.V-P ₂ O ₅ (ppm)	E.C (dS/m)	Exchange cation(me/100g)		
				Ca	Mg	K
5.7	8.6	51.1	7.2	0.3	1.0	1.2

Table 2. Maximum, minimum and mean air temperature, Meteorological factors during the growing season and precipitation and hours of sunshine during the experiment period in Jeju.

Month	Mouth	Temperature(°C)			Precipitation (mm)	Hours of sunshine
		Average	Maximum	Minimum		
May	E	16.0	18.4	14.0	79.0	19.2
	M	16.7	19.1	14.7	58.0	41.9
	L	19.4	22.3	16.7	4.6	84.3
June	E	21.7	26.0	18.2	1.5	98.5
	M	22.5	25.8	19.4	43.6	88.5
	L	20.7	23.0	18.6	73.5	47.6
July	E	23.1	25.4	21.1	280.2	17.0
	M	24.7	28.0	22.1	20.5	58.7
	L	25.5	28.4	23.4	195.0	62.2
Aug.	E	26.1	28.4	24.0	113.0	55.2
	M	24.3	26.7	22.6	32.5	38.0
	L	26.4	29.1	23.8	211.0	64.5
Sep.	E	24.3	26.6	22.0	1.8	55.2
	M	21.8	24.4	19.7	137.6	63.6
	L	21.6	24.6	18.7	4.5	66.5

* E : Early, M : Middle, L : Late

위치한 제주대학교 농업생명과학대학 부속농장에서 실시하였다. 시험포장의 토양(표토 10cm)은 화산회토가 모재로 된 농암갈색토였으며 화학적 성질은 Table 1에서 보는 바와 같고, 조사기간의 기상조건은 Table 2에서 보는 바와 같다. 공시품종은 제주재래대두를 공시하였고, 파종은 2002년 5월 11일에 휴폭 30cm, 주간 10, 15, 20, 25, 30cm 간격으로 주당 3립씩 파종하였다. 출아 후 1주 1본으로 솎음을 하여, 재식밀도가 m²당 22본(30×30cm), 27본(30×25cm), 33본(30×20cm), 44본(30×15cm), 67본(30×10cm)이 되도록 하였다. 시험구 배치는 난괴법 3반복 5처리로 하였고, 시험구 면적은 6.6m²로 하였다. 비료사용은 1ha당 질소 50kg, 인산 200kg, 칼리 100kg에 해당하는 양을 각각 요소, 용성인비, 염화가리를 기비로 시비하였다. 각 형질조사는 2002년 9월 11일에 시험포 중간지점에서 10본을 선정하여 개화기까지의 일수, 초장, 분지수, 엽수, 경직경, 개체중, 근장 및 근중 등을 조사하였다. ha당 청예수량은 각 구별로 생육이 균형된 지점에서 3.3m²(1.8m×1.8m)를 3cm 높이로 예취한 다음 ha당 청예수량으로 환산하였고, 건물중은 생초중에서 각각 500g의 시료를 75°C 통풍건조기에서 48시간 건조시켜 건물중을 조사하였다. 조단백

질(CP), 조지방(EE), 조섬유(CF), 조회분(CA), 가용무질소물(NFE) 등의 일반 조성분은 1mm체를 통과시킨 시료를 이용하여 농촌진흥청 축산기술연구소(1996) 표준사료성분 분석법에 준하여 분석하였으며, 가소화양분총량(TDN)은 Wardeh(1981)가 제시한 수식에 의하여 산출하였다.

$$[TDN(\%) = -17.265 + 1.212CP(\%) + 2.464EE(\%) + 0.835NFE(\%) + 0.488CF(\%)].$$

결과 및 고찰

1. 생육형질 변화

제주재래 대두의 재식밀도에 따른 개화기까지의 일수, 초장, 엽수, 분지수, 개체중, 근장 및 근중을 조사한 결과는 Table 3에서 제시하였고 이 형질의 변화는 1차식으로 표시할 수 있었다.

재식밀도에 따른 개화기까지의 일수는 94일에서 98일로 큰 차이가 없었으나 밀식할수록 개화기 일수는 지연되었다. 초장은 밀식할수록 커지는 경향이있

Table 3. Growth characters of Jeju native soybean grown at plant density.

Plant density, plants m ²	Flowering period	Plant height (cm)	No. of branches /plant	No. of leaves /plant	Stem diameter (mm)	Weight of plant (g)	Root length (cm)	Root weight (g)
30×30cm(22)	Aug.13(94)	103	1.8	32.7	7.9	104.6	32.5	10.6
30×25cm(27)	Aug.13(94)	113	1.6	32.6	7.8	104.2	32.6	10.4
30×20cm(33)	Aug.14(95)	114	1.5	30.6	7.7	103.0	31.1	9.7
30×15cm(44)	Aug.16(97)	116	1.5	27.2	7.5	76.1	30.4	8.9
30×10cm(67)	Aug.17(98 [†])	117	1.2	23.7	6.6	50.0	26.5	8.3
Mean	95.6	112.6	1.5	29.3	7.5	87.6	30.6	9.6
Coefficients of regression equatoinis relating shading level								
Intercept	89.001**	103.829**	1.963**	37.592**	8.612**	138.684*	35.911**	11.609**
Linear	0.245	0.227	-0.011*	-0.213**	-0.029**	-1.324**	-0.137**	-0.053**
Quadratic	-0.002	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
r ² or R ²	0.9555	0.5267	0.8951	0.9699	0.9639	0.9559	0.9711	0.9220
LSD (5%)	0.643	3.670	0.124	1.172	0.472	0.896	0.961	0.484
CV (%)	0.357	1.732	4.331	2.122	3.342	0.543	1.668	2.684

*, ** : Significant at 5% and 1% probability levels, respectively.

NS : Not significant. † : Number of days to flowering.

다. 즉 30×30cm 재식구에서 초장은 103cm로 작았으나 밀식함에 따라 커져서 30×15cm와 30×10cm에서 각각 116cm, 117cm로 커졌으나, 두 재식구 간에는 유의한 차이가 없었다. 분지수, 엽수, 경직경 및 개체중은 초장 반응과는 반대의 경향으로 나타나고 있는데 30×30cm 재식구에서 분지수는 1.8개, 엽수는 32.7개, 경직경은 7.9mm, 개체중은 104.6g으로 비교적 높은 편이었으나 밀식할수록 점차적으로 낮아져서 30×10cm 밀식구에서 분지수, 엽수, 경직경 및 개체중은 각각 1.2개, 23.7개, 6.6mm, 50.0g으로 낮아졌다. 밀식함에 따라 근장은 32.5cm에서 26.5cm로 작아졌고, 근중은 10.6g에서 8.3g으로 가벼워졌다. 이 시험에서 밀식함에 따라 제주재래 대두의 분지수, 엽수는 감소되었으나 초장이 커진 것은 제주재래 대두의 재배적 특성에 영향을 받은 것으로 보아지나, 수분, 양분 흡수와 광합성 작용과정에서 개체당 경합력이 강해져서 수평신장보다는 수직신장이 촉진된 것으로 생각되었다. 일반적으로 경·엽은 이용할 목적으로 재배되고 있는 두과 사료작물은 밀식할수록 줄기는 왜소하나 초장은 커지는 것으로 보고되고 있다 (Trung 및 Yoshida 1985). Kang 등(1998)은 대두에서, 조 등(1998)은 차풀에서 밀식할수록 초장, 엽장 등이 우세하였다는 보고도 있다.

2. 수량성 변화

제주재래 대두의 재식밀도에 따른 생초, 건물, 조단백 및 TDN 수량은 Table 4에서 보는 바와 같이 2차식으로 표시되었다.

생초수량은 30×30cm 재식구에서 23.3MT/ha이었으나 밀식함에 따라 점차적으로 증가되었고 30×15cm 재식구에서는 36.5MT/ha로 증수되었으나 그 이상인 30×10cm 밀식구에서는 35.3MT/ha로 감수되었다. 건물수량도 생초수량 반응과 비슷한 경향으로 나타나고 있는데, 30×15cm 재식구에서 8.0MT/ha로 증수되었으나 그 이상의 재식구와 그 이하의 재식구에서 감수되어 30×30cm 재식구에서 건물수량은 5.1MT/ha로 감수되었으나 30×15cm와 30×10cm 재식구 간의 건초수량에는 유의한 차이가 없었다. 단백질 수량과 TDN 수량은 30×30cm 재식구에서 각각 0.8MT/ha, 2.9MT/ha로 낮은 편이었으나 밀식함에 따라 점차적으로 증가되어 30×15cm 재식구에서 단백질 수량은 1.4MT/ha, TDN 수량은 4.8MT/ha로 증수되었으나 그 이상인 30×10cm 재식구에서 단백질 수량은 1.3MT/ha, TDN 수량은 4.7MT/ha로 감수되는 것으로 나타나고 있으나 두 재식구 간에는 유의성은 없는 것으로 나타나고 있다. 본 시험에서

Table 4. Fresh forage, DM, CP and TDN yield Jeju native soybean grown at plant density.

Plant density, plants, m ²	Fresh forage yields (MT/ha)	DM yields (MT/ha)	CP yields (MT/ha)	TDN [†] yields (MT/ha)
30×30cm(22)	23.3	5.1	0.8	2.9
30×25cm(27)	27.8	6.1	1.0	3.5
30×20cm(33)	34.3	7.5	1.3	4.4
30×15cm(44)	36.5	8.0	1.4	4.8
30×10cm(67)	35.3	7.8	1.4	4.8
Mean	31.4	6.9	1.2	4.1
Coefficients of regression equations relating shading level				
Intercept	-6.194	-1.298	-0.496	-1.152
Linear	1.718*	0.372*	0.075*	0.023*
Quadratic	-0.016*	-0.004*	-0.001*	-0.002*
r ² or R ²	0.9660	0.9679	0.9652	0.9769
LSD (5%)	0.253	0.114	0.049	0.129
CV (%)	0.427	0.878	2.200	1.685

*, ** : Significant at 5% and 1% probability levels, respectively.

NS : Not significant. TDN : Total digestible nutrient yields.

30×30cm에서 30×15cm로 밀식함에 따라 제주재래 대두의 생초, 건초, 단백질 및 TDN 수량이 증가된 요인은, 콩은 척박한 토양 조건하에서도 적응력이 강할 뿐만 아니라 비료요구량이 매우 적은 생리적 특성에 크게 영향은 미친 것으로 생각되었다. 다른 사료작물에서도 비교적 과종량이 많고, 개체수가 많아졌을 때 사초의 수량성은 증수 되는 것으로 알려지고 있는데, Kang 등 (1998)은 대두에서, 조 등(2000)은 차풀에서, Cho 등(1998)은 사료용 유채에서, 소식에 비하여 밀식할수록 생초, 건초, 단백질 및 TDN 수량이 증수되었다는 보고가 본 시험 결과와 일치되는 경향이였다.

3. 사료가치 변화

제주재래 대두의 재식밀도 차이에 따른 조단백, 조지방, 조섬유, 조회분, 가용무질소물 및 TDN 함량은 Table 5에서 표시되었다.

조단백, 조지방, 가용무질소물 및 TDN 함량은 밀식할수록 증가되는 경향이였다. 즉 재식밀도가 30×30cm에서 조단백질 함량은 16.2%, 조지방 함량은 2.7%로 낮은 편이었으나 밀식함에 따라 점차적으로 증가되어 30×10cm 재식구에서 조단백질 함량은 17.9%, 조지방 함량은 3.7%로 증가되었다. 가용무질소물은

37.6%에서 40.7%로, TDN 함량은 56.1%에서 61.2%로 밀식할수록 증가되었다. 조회분과 조섬유 함량은 조단백질 함량 등의 반응과는 반대의 경향으로 나타나고 있다. 즉 재식밀도가 30×30cm 재식구에서 조섬유 함량은 34.9%, 조회분 함량은 8.6%로 비교적 높은 편이었으나 밀식함에 따라 점차적으로 낮아져서 30×10cm 재식구에서 조섬유 함량과 조회분 함량은 각각 30.6%, 7.1%로 낮아졌다. 이 시험에서 재식밀도가 30×30cm에서 30×10cm로 밀식할수록 조단백질과 조지방 함량이 증가된 것은 제주재래 대두를 밀식할수록 영양생장이 다소 지연되고, 개화기간도 연장되어 목질화가 감소되었기 때문이라고 생각되었고, 이와는 반대로 조섬유와 조회분 함량이 증가된 것은 개화기간이 단축되어 목질화가 가속화되었기 때문이라고 생각되었다. 다른 사료작물에서도 과종량이 많고 개체수가 많아짐에 따라 조단백질 함량은 증가되었으나 조섬유 함량은 낮아지는 것으로 보고되고 있다(Masaoka와 Takano 1980). 조 등(2000)은 차풀에서, Cho 등(1998)은 사료용 유채에서 밀식할수록 조단백질, 조지방 함량 등은 증가되었으나 조섬유 함량 등은 낮아지는 것으로 보고되어 있다. 이상의 시험결과로 보아 제주도 기상, 토양 등의 환경조건 하에서 검은콩을 사초생산 목적으로 재배할 때

Table 5. Effects of plant density on chemical composition of oven-dried forage in Jeju native soybean.

Plant density, plants m ²	Crude protein (%)	Ether extract (%)	Crude fiber (%)	Crude ash (%)	Nitrogen free extract (%)	TDN [†] (%)
30×30cm(22)	16.2	2.7	34.9	8.6	37.6	56.1
30×25cm(27)	16.7	2.9	34.1	8.5	37.8	57.0
30×20cm(33)	16.9	3.0	32.1	8.0	40.0	58.4
30×15cm(44)	17.7	3.1	30.8	7.2	41.2	60.0
30×10cm(67)	17.9	3.7	30.6	7.1	40.7	61.2
Mean	17.1	3.1	32.5	7.9	39.4	58.6
Coefficients of regression equatoinis relating shading level						
Intercept	15.670**	2.277**	36.106**	9.259**	36.651**	54.231**
Linear	0.037*	0.021**	-0.093	-0.036*	0.072	0.112*
Quadratic	NS	NS	NS	NS	NS	NS
r ² or R ²	0.8489	0.9724	0.7439	0.8204	0.6077	0.9068
LSD(5%)	0.682	0.904	0.668	0.519	1.300	1.687
CV(%)	2.120	15.554	1.090	3.507	1.751	1.530

*, ** : Significant at 5% and 1% probability levels, respectively.

NS : Not significant. TDN : Total digestible nutrient.

재식밀도를 30×15cm로 하는 것이 다수, 양질의 조 사료를 생산할 수 있는 것으로 판단되었다.

적 요

본 시험은 제주지역에서 재식밀도(30×30cm, 30×25cm, 30×20cm, 30×15cm, 30×10cm)에 따른 제주 재래 대두의 생육형질, 수량성 및 사료가치를 검토하고 가축조사료로 이용하기 위하여 2002년 5월 11일부터 9월 10일까지 수행하였던 결과는 다음과 같다.

개화기까지의 일수는 밀식함에 따라 94일에서 98일로 지연되었다. 초장은 30×30cm 재식구에서 103cm로 작은 편이었으나 밀식할수록 점차적으로 커져서 30×10cm 재식구에서 초장은 117cm 였다. 분지수, 엽수, 경직경, 개체중, 근장 및 근중은 밀식할수록 낮아지는 경향이였다. 재식밀도가 30×30cm에 30×15cm로 밀식함에 따라 생초수량은 23.3MT/ha에서 36.5MT/ha로, 건물수량은 5.1MT/ha에서 8.0MT/ha로, 단백질수량은 0.8MT/ha에서 1.4MT/ha로, TDN 수량은 2.9MT/ha에서 4.8MT/ha로 증수되었으나 그 이상인 30×10cm 재식구에서는 감소되는 경향이였다. 밀식함에 따라 조단백질 함량은 16.2%에서 17.9%로, 조지방 함량은 2.7%에서 3.7%로, 가용무질소물은 37.6%에서 40.7%로, TDN 함량은 56.1%에서 60.0%로 증가되었으나 이와는 반대로 조섬유 함량은 34.9%에서 30.8%로, 조회분 함량은 8.6%에서 7.2%로 낮아지는 경향이였다. 제주지역의 기상, 토양 등의 환경조건에서 제주 재래대두의 수량성을 최고로 높일 수 있는 적정 재식밀도는 30×15cm로 추정할 수 있었다.

인용문헌

1. Cho Nam Ki, W.J. Jin, Y.K. Kang, B.K. Kand and Y.M. Park. 1998. Effect of seeding rate on growth, yield and chemical composition of forage rape cultivars. Korean J. Crop. Sci. 43(1):54-58.
2. James, R. A. and R. Kobura. 1983. Yield of corn, cowpea and soybean under different intercropping systems. Agron. J. 75:1005-1009.
3. Kang, Y.K., M.R. Ko, N.K. Cho and Y.M. Park. 1998. Effect of planting date and planting density on growth and yield of soybean in cheju island. Korean J. Crop Sci. 43(1):44-48.
4. Masaoka, Y.K. and N.B. Takano. 1980. studies on the digestibility of orage crops. I. Effect of plant density on the feeding value of a sorghum-sudangrass hybrid. J. Japan Gras sl. Sci. 26(2):179-184.
5. Nangju, D. 1977. Critical management of factors in food legume production. Trop. Grain Legume Bull. No. 8:51.
6. Putnam, D.H., S.J. Herbert and A. Vargas. 1985. Intercropped corn: Soybean density studies. I. Yield complimentarity. Experi. Agri. 21:41-51.
7. Trung, B.C. and S.K. Yoshida. 1985. Influence of Planting Density on the Nitrogen and Grain Productivity of Mungbean. Japan. J. Crop Sci. 54(3):266-272.
8. Wardeh, M.F. 1981. Models for estimating energy and protein utilization for feed. Ph.D. Diddertatin Utah State Univ., Logan, Utah, USA.
9. 김홍식, 홍은희, 박상일, 박연규. 1993. 재식밀도에 따른 유·무한 신육형 콩의 생육 및 수량형질 반응. 한작지 38(2):189-195.
10. 박찬호, 이상범, 원중식. 1971. 옥수수과 대두혼작에 관한 연구. 한작지 12:55-63.
11. 이홍석. 1974. 대두의 밀식다수형 품종선정에 관한 육종학적 연구. 제 1보. 서울대 논문집. 생농계 24:45-67.
12. 조남기, 박양문, 송창길, 오장식. 1997. 점파입수에 따른 청예대두의 생육반응 및 사료가치 변화. 제주대 아농연 14:51-59.
13. 조남기, 오은경, 강영길, 박성준. 2000. 파종량 차이에 따른 차풀의 생육, 사초수량 및 사료가치 변화. 한초지 20(3):221-226.
14. 조재영. 1984. 전작. 향문사. pp.292-298.
15. 축산기술연구소. 1996. 표준사료성분분석법. pp.1-20.