

제주재래수수의 점파립수에 따른 사료수량 및 조성분 분석

조남기 · 강영길 · 송창길 · 전용철 · 오장식 · 조영일* · 박성준

Effects of Number of Seeds per Hill in Dibbling on Growth Character, Yield and Feeding Value in Jeju Native Sorghum

Nam-Ki Cho, Young-Kil Kang, Chang-Khil Song, Yong-Chull Jeun,
Jang-Sik Oh, Young-Il Cho* and Sung-Jun Park

ABSTRACT

Jeju native sorghum was grown at six spot seeding rates (1, 2, 3, 4, 5 and 6) from April 3 to september 6, 2000 in Jeju island to determine influence of number of seeds per hill in dibbling on agronomic characters, forage yield and qualities. Days to heading was increased as number of seeds per hill was increased. Plant height with three seeds per hill (206.7 cm) was the longest, while with six seeds per hill (175.2 cm) was the shortest. Fresh forage, dry matter and crude protein yield and total digestible nutrient (TDN) were the greatest at the three seeds per hill (48.1, 10.1, 0.9, 5.1 MT/ha). Crude protein, crude fat and nitrogen-free extract (NFE) increased with the number of seeds per hill increased but crude fiber and crude ash decreased.

(Key words : Jeju native sorghum, Number of seed per hill, Forage yield, Feeding value)

I. 서 론

수수(*Sorghum bicolor* L.)는 생육기간이 짧은 일년생 열대작물로서 건조지, 척박지, 사질토 및 저습지 등 불량환경조건에도 적응력이 매우 강해서 옥수수 등 다른 작물의 재배가 어려운 지역에서도 재배가 가능한 작물로 알려져 있다(조, 1983). 이와 같은 우수성 때문에 오래 전부터 아프리카와 인도를 중심으로 한 아시아와 세계 여러 나라에서 청예용 사료작물로 재배되고 있고, 우리나라에서도 제주도를 비롯한 전라

도, 경상도 등 일부 농가에서 보조식량이나 청예사료를 생산할 목적으로 재배하고 있다. 우리나라에서 수수의 파종은 4월 초순부터 7월 초순 사이에 하고, 파종량은 3~4kg/10a로 하여 산파, 조파 및 점파하여 재배하고 있다.

사료작물은 파종하는 작물의 종류, 기후, 토양, 품종, 종자발아력의 양부, 파종기, 시비량 및 파종 후 관리 상태에 따라 파종량이 달라진다. 일반적으로 화분과 사료작물은 파종량을 증가시켜 개체수를 높이는 것이 사료수량성을 증대시키는 것으로 알려져 있으나, 파종개체수가

제주대학교 농업생명과학대학 식물자원과학과(Dept of Resources Science, College of Agric. & Life Sci., Cheju National University)

* 서울대학교(College of Agric. & Life Sci., Seoul National University)

Corresponding author : Nam Ki Cho, Dept of Plant Resources Sci., College of Agric. & Life Science, Cheju National University, Jeju, 690-756, Korea. 064-754-3315, chonamki@cheju.ac.kr

너무 많으면 양분, 수분 및 광 이용과정에서 식물개체의 분얼이 감소되어 수량이 감소되며 (Masaoka와 Takano, 1980), 이와는 반대로 파종 개체수가 적을 경우 개체의 생장은 촉진되나 줄기목질화 등으로 인하여 사료수량이 감소되는 경우가 있는 것으로 보고되고 있다(Trung과 Yoshida, 1985). 일정한 면적에 수량을 최대한 올릴 경우에는 개체의 발육은 억제되더라도 개체발육과 개체의 상승적 최대가 되는 개체수 구멍이 중요시되고 있으나 수수의 조사료 생산을 위한 최고수량한계 파종개체수 구멍에 관한 연구는 미미한 실정이다. 따라서 본 시험은 제주도 화산회토양에서 제주재래수수의 점파립수에 따른 생육반응, 사료수량 및 사료가치를 검토하고자 하였다.

II. 재료 및 방법

본 시험은 2000년 4월 3일부터 9월 6일까지 한라산 표고 278m에 위치한 제주대학교 농과대학 부속농장에서 제주재래수수(*Sorghum bicolor* L.)를 공시하였다. 시험구의 토양은 화산회토가 모재인 농암갈색토로 표토(10cm)의 화학적 성질은 표 1에서 보는 바와 같으며, 비옥도가 다소 낮은 편이었다. 재배기간의 기상조건은 표 2에서 보는 바와 같다.

파종은 2000년 4월 3일에 휴폭 25cm, 파폭 25cm로 점파하였고, 충분한 종자를 파종하여 주당 1, 2, 3, 4, 5 및 6립이 되도록 6개 처리로 하였다. 시험구 면적은 6.6m²로 하였으며, 시험구 배치는 난피법 3반복으로 하였다. 비료사용

Table 1. Chemical properties of experimental soil surface before cropping

pH (1:5)	Organic matter (g/kg)	Available P ₂ O ₅ (mg/kg)	Exchangeable Cation(cmol ⁺ /kg)				CEC (cmol ⁺ /kg)	EC dS/m
			Ca	Mg	K	Na		
5.18	57.5	87.5	2.28	0.93	1.17	0.09	8.38	0.11

Table 2. Meteorological factors during the growing season and average of 30-years (1971-2000)

Month	Temperature(°C)						Precipitation (mm)		Hours of sunshine	
	Average		Maximum		Minimum		T	N	T	N
	T [†]	N [†]	T	N	T	N				
3	9.4	8.9	12.9	12.2	5.8	5.6	43.5	83.5	197.6	159.6
4	13.5	13.6	17.6	17.3	9.7	9.8	32.8	92.0	226.5	195.1
5	17.2	17.5	21.2	21.3	13.8	13.8	46.2	88.2	229.9	218.0
6	21.6	21.2	25.1	24.7	18.7	18.2	97.6	189.9	165.9	174.5
7	26.4	25.6	29.7	28.8	23.8	23.0	166.2	232.4	227.3	203.4
8	28.0	26.6	30.9	29.6	25.0	23.8	169.6	258.0	241.7	205.3
9	22.2	22.7	24.6	25.6	19.7	19.7	331.2	188.2	155.0	168.9

[†]: T was the factors in testing period and N was that of normal year (1971-2000).

은 ha당 질소 150kg, 인산 100kg, 칼리 100kg에 해당하는 양을 각각 요소, 용성인비, 염화칼리로 사용하였으며, 질소비료는 전출한 양의 50%는 기비로 나머지 50%는 파종 후 50일에 추비로 사용하였고, 인산 및 칼리는 전량을 기비로 사용하였다.

주요 형질조사는 三井(1988)의 청에사료작물 조사기준에 준하여 출수기까지의 일수는 포장 내에서 조사하였으며, 기타형질은 2000년 7월 11일과 9월 6일에 각각포장의 중간지점에서 10 개체를 선정하여 초장, 엽폭, 엽장, 경직경, 엽수, 절간장, 절수를 조사하였다. 청에수량은 각 구별로 생육이 균형된 3.3m²(180×180cm)를 예취한 다음 ha당 수량으로 환산하였고, 건물중은 각 구의 중간에서 예취한 생초중에서 500g의 시료를 75℃ 순환식열풍건조기에서 48시간 건조시켜 건물물을 조사하고 건물수량을 계산하였다. 단백질수량(MT/ha)은 단백질 함량(%)×건물수량(MT/ha) ÷ 100으로 하여 산출하였고, TDN

수량(MT/ha)은 TDN 함량(%)×건물수량(MT/ha) ÷ 100으로 산출하였다.

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

$$TDN(\%) = -17.265 + 1.212CP(\%) + 2.464EE(\%) + 0.835NFE(\%) + 0.448CF(\%)$$

III. 결과 및 고찰

1. 생육반응

점파립수에 따른 출수기까지의 일수, 초장, 경직경, 엽장, 엽폭, 절간장, 엽수, 절수를 조사한 결과는 표 3과 표 4에서 보는 바와 같다.

Table 3. Growth characteristics of Jeju Native Sorghum grown at six seeding in spot

No. of dibbling	Days to heading			Plant height(cm)			Stem diameter(mm)			Leaf length(cm)		
	1st	2nd	avg.	1st	2nd	avg.	1st	2nd	avg.	1st	2nd	avg.
1(64 [†])	7/4(90 [*])	8/20(42)	66	202.3	200.8	201.6	13.2	12.8	13.0	73.0	68.4	70.7
2(128)	7/5(91)	8/21(43)	67	206.8	206.0	206.4	12.5	11.4	11.9	74.6	69.4	72.0
3(192)	7/5(91)	8/21(43)	67	207.0	206.3	206.7	12.2	11.0	11.6	74.9	70.7	72.8
4(256)	7/6(92)	8/22(44)	68	186.8	184.6	185.7	10.7	9.9	10.3	72.9	67.8	70.4
5(320)	7/6(92)	8/22(44)	68	180.4	178.8	179.6	10.6	9.5	10.0	71.7	67.6	69.7
6(384)	7/7(93)	8/23(45)	69	176.6	173.7	175.2	9.9	9.2	9.6	71.6	65.5	68.6
avg.	92	44	68	193.3	191.7	192.5	11.5	10.6	11.1	73.1	68.2	70.7
LSD(5%)	1.2	NS	1.0	1.9	16.8	8.7	1.4	0.7	0.8	NS	NS	NS
CV(%)	0.7	2.3	0.8	0.8	4.8	2.5	6.5	3.8	3.7	2.9	6.7	3.1

[†]: number of plants per 3.3m²

^{*}: Days to heading

Table 4. Growth characteristics of Jeju Native Sorghum grown at six seeding in spot

No. of dibbling	Leaf width(cm)			Internode length(cm)			No. of leaves/plant			No. of nodes/plant		
	1st	2nd	avg.	1st	2nd	avg.	1st	2nd	avg.	1st	2nd	avg.
1(64 [†])	6.5	6.4	6.5	24.8	23.3	24.1	7.8	7.5	7.7	6.3	6.2	6.3
2(128)	6.4	5.9	6.2	25.1	23.6	24.4	7.6	7.4	7.5	6.2	6.1	6.1
3(192)	6.3	5.9	6.1	26.0	24.0	25.0	7.5	7.1	7.3	6.1	6.0	6.1
4(256)	5.5	5.6	5.6	24.7	22.4	23.6	7.4	6.9	7.2	6.0	5.8	5.9
5(320)	5.3	5.3	5.3	24.3	22.1	23.2	7.2	6.8	7.0	5.6	5.5	5.6
6(384)	5.0	5.0	5.0	24.1	21.5	22.8	7.0	6.8	6.9	5.4	5.3	5.3
avg.	5.8	5.7	5.8	24.8	22.8	23.8	7.4	7.1	7.2	5.9	5.8	5.9
LSD(5%)	0.8	NS	0.7	NS	NS	NS	NS	NS	NS	0.8	NS	0.5
CV(%)	7.6	9.6	6.4	8.4	9.4	6.9	6.1	8.3	6.2	7.0	5.9	4.8

[†] : number of plants per 3.3m²

출수기까지의 일수는 66일에서 69일로 점파립수 간에 큰 차이는 없었으나 점파립수가 증가할수록 출수기까지의 일수는 지연되는 경향이 있었다. 초장은 1립 점파에서는 201.6cm 이었던 것이 3립 점파에서 206.4cm로 길어졌으나, 점파립수가 그 이상으로 증가할수록 작아져서 6립 점파에서는 175.2cm로 작아졌다. 엽장 및 간장은 3립 점파에서 각각 72.8cm, 25cm로 길어졌으나 그 이하로 점파립수가 적어지거나 그 이상으로 많아질 경우는 엽장과 간장이 짧아졌다. 경직경, 엽폭, 절수 및 엽수는 점파립수가 많아질수록 감소되는 경향이 있었다.

본 시험에서 제주재래수수의 점파립수가 1립에서 3립까지, 초장, 엽장 및 경장은 길어졌지만 그 이상으로 점파립수가 증가할 경우 초장 및 엽장 등이 작아진 것은 과밀식으로 개체간 수분, 양분 및 광 이용이 충분치 못하여 생육이 부진한 것으로 생각되었다. 사료작물은 일반적

으로 단위면적당 개체수가 어느 정도 증가되었을 때, 분지수는 감소되었으나 초장, 엽장 및 경장 등은 커지는 것으로 보고되어 있다. 조 등(2001c)은 제주매조에서, 조 등(2002)은 양마에서, 조 등(1997)은 청에대두에서 주당분수가 3본일 때 초장과 엽장이 커졌고, 그 이하로 개체수가 적거나 그 이상으로 많아질 경우에는 생육이 불량한 것으로 보고한 바 있다.

2. 사료수량 변화

점파립수에 따른 생초, 건물, 단백질 및 TDN 수량을 조사한 결과는 Table 5에 표시하였다.

생초수량 및 건물수량은 1립 점파에서 각각 42.5MT/ha, 8.0MT/ha이었던 것이 점파립수가 많아짐에 따라 점차적으로 증가되어, 3립 점파에서 생초수량은 48.1MT/ha, 건물수량은 10MT/ha로 증수되었으나, 그 이상으로 점파립수가 증

Table 5. Forage, crude protein and TDN(total digestible nutrients) yields of Jeju Native Sorghum grown at six seeding in spot

No. of dibbling	Fresh forage yield (MT/ha)			Dry matter yield (MT/ha)			Crude protein yield (MT/ha)			TDN yield (MT/ha)		
	1st	2nd	avg.	1st	2nd	avg.	1st	2nd	avg.	1st	2nd	avg.
1(64 [†])	43.2	41.8	42.5	8.1	7.9	8.0	0.7	0.7	0.7	3.8	4.1	3.9
2(128)	44.8	43.8	44.3	8.3	8.1	8.2	0.7	0.7	0.7	4.0	4.3	4.1
3(192)	49.0	47.2	48.1	10.1	10.0	10.1	0.9	0.9	0.9	4.9	5.3	5.1
4(256)	42.4	40.4	41.4	7.4	6.2	6.8	0.7	0.6	0.6	3.7	3.4	3.5
5(320)	41.9	38.8	40.4	6.2	5.9	6.1	0.6	0.6	0.6	3.1	3.2	3.2
6(384)	39.8	33.5	36.7	6.1	5.8	6.0	0.6	0.6	0.6	3.1	3.2	3.2
avg.	43.5	40.9	42.2	7.7	7.3	7.5	0.7	0.7	0.7	3.8	3.9	3.8
LSD(5%)	4.5	4.6	2.2	1.2	1.5	0.9	NS	0.2	0.1	0.6	0.8	0.4
CV(%)	5.6	6.2	2.8	8.8	11.1	6.6	20.5	12.2	11.1	9.3	11.4	6.2

[†]: number of plants per 3.3m²

가됨에 따라 점차적으로 감소되어, 6립 점파에서는 생초수량과 건물수량은 각각 36.7MT/ha, 6MT/ha로 감소되었다. 조단백질 및 TDN 수량도 건물수량 반응과 비슷한 경향이였다. 즉, 3립 점파에서 조단백질 수량은 0.9MT/ha, TDN 수량은 5.1MT/ha로 증수되었으나, 그 이하로 점파립수가 감소되거나 그 이상으로 점파립수가 증가할 경우는 점차 감소되어, 5립과 6립 점파에서 조단백질 및 TDN 수량은 각각 0.6MT/ha, 3.2MT/ha로 감소되었다.

이 시험에서 3립 점파에서 생초, 건물 및 조단백질 수량이 증수되었으나, 그 이하로 파종립수가 적어지거나 그 이상으로 파종립수가 증가될 경우 제주재래수수의 수량성이 감소된 것은, 수수가 건조지, 습지 등 척박한 환경조건에서도 강한 흡비력을 가지고 있는 특성에 기인한 것으로 생각되었다. 전술한 바와 같이 화분과 사료작물은 개체수가 너무 많으면 수분, 양분 및 광 등에

대한 경합과정에서 식물 개체 분얼이 감소되고 왜소화로 인하여 수량이 감소된다(Masaoka와 Takano, 1980). 이와는 반대로 개체수가 적을 경우에는 개체 생장은 촉진되나 줄기 목질화 등으로 인하여 사료수량성은 감소되는 것으로 알려지고 있다(Cho 등 1998, Trung과 Yoshida 1985). 제주 지역의 화산회토양에서 제주매조(조 등, 2001^o), 청예대두(조 등, 1997), 사료용 유채(Cho, 1998)는 주당 3본에서 사료수량성이 가장 우수한 것으로 나타나 있으나, 그 이하로 주당본수가 적어지거나 그 이상으로 많아질 경우 사료수량성은 감소되는 것으로 보고되어 있다.

3. 조성분 변화

점파립수에 따른 조단백질, 조지방, 조회분, 조섬유, 가용무질소물 및 TDN 함량을 조사한 결과는 표 6과 표 7에 제시되었다.

Table 6. Chemical composition of Jeju Native Sorghum grown at six seeding in spot

No. of dibbling	Crude protein(%)			Ether extract(%)			Crude fiber(%)		
	1st	2nd	avg.	1st	2nd	avg.	1st	2nd	avg.
1(64 [†])	8.3	9.0	8.7	2.3	2.6	2.5	41.0	36.0	38.5
2(128)	8.4	9.2	8.8	2.5	2.7	2.6	39.5	35.5	37.5
3(192)	8.6	9.4	9.0	2.6	2.9	2.8	38.6	34.8	36.7
4(256)	8.8	9.8	9.3	2.8	3.0	2.9	38.2	34.4	36.3
5(320)	9.1	9.9	9.5	3.0	3.4	3.2	37.7	33.6	35.7
6(384)	9.4	10.4	9.9	3.2	3.5	3.4	36.5	33.1	34.8
avg.	8.8	9.6	9.2	2.7	3.0	2.9	38.6	34.6	36.6
LSD(5%)	NS	0.4	1.1	0.3	0.2	0.2	NS	0.9	NS
CV(%)	14.0	2.1	6.6	5.7	4.2	3.0	7.7	1.4	4.5

[†] : number of plants per 3.3m²

Table 7. Chemical composition of Jeju Native Sorghum grown at six seeding in spot

No. of dibbling	Crude ash(%)			NFE(%)			TDN(%)		
	1st	2nd	avg.	1st	2nd	avg.	1st	2nd	avg.
1(64 [†])	11.0	7.9	9.4	35.9	42.9	39.4	46.8	51.9	49.4
2(128)	10.6	7.6	9.1	37.4	43.0	40.2	47.9	52.4	50.2
3(192)	10.2	7.2	8.7	38.2	43.7	41.0	48.8	53.3	51.1
4(256)	10.1	6.9	8.5	38.3	43.8	41.1	49.4	54.1	51.8
5(320)	9.7	6.9	8.3	38.5	44.1	41.3	50.1	55.0	52.6
6(384)	9.5	6.8	8.1	39.3	44.1	41.7	51.3	55.6	53.5
avg.	10.2	7.2	8.7	37.9	43.6	40.8	49.1	53.7	51.4
LSD(5%)	0.7	NS	0.7	NS	NS	NS	2.1	1.3	1.2
CV(%)	3.5	10.4	4.3	9.4	2.1	4.4	2.3	1.3	1.3

[†] : number of plants per 3.3m²

조단백질, 조지방, 가용무질소물 및 TDN 함량은 점파립수가 많아짐에 따라 점차적으로 증가되는 경향이였다. 즉, 1립 점파에서 조단백질 함량 8.7%, 조지방 함량 2.5%, 가용무질소물 함량 39.4%, TDN 함량 49.4%였으나 점파립수가 많아짐에 따라 증가되어 6립 점파에서는 조단백질, 조지방, 가용무질소물 및 TDN 함량은 각각 9.9%, 3.4%, 41.7%, 53.5%로 증가되었다. 조

섬유와 조희분 함량은 점파립수가 많아짐에 따라 각각 38.5%에서 34.8%로, 9.4%에서 8.1%로 감소되었다. 본 시험에서 점파립수가 많아짐에 따라 제주재래수수의 조단백, 조지방, 가용무질소물 등은 증가되고, 조섬유 및 조희분 함량이 낮아진 원인은 제주재래수수를 소식할 경우는 생육기간 단축에 의하여 목질화가 가속화되었고, 점파립수가 많아짐에 따라 생육기간이 지연되고, 출수기가 늦어졌기 때문이라고 생각되었다.

일반적으로 사료작물은 밀식함에 따라 조단백질, 조지방은 증가되나, 조섬유, 조희분 함량은 감소되었다는 보고도 있다(Cho 등 1998, 조 등 2001^{abc,d}, 조 등 2002, Miyazaki 등 1995). 조 등(2001^b)은 귀리에서, Masaoka와 Takano (1980)는 수수 및 수단그라스 잡종에서, 조 등(2001^a)은 제주조에서 파종량이 많아짐에 따라 조단백, 조지방 등의 함량은 증가되었으나, 이와는 반대로 조섬유, 조희분 함량은 낮아졌다고 보고한 바 있다.

IV. 요약

본 시험은 제주지역에서 점파립수(1, 2, 3, 4, 5 및 6립)에 따른 제주재래수수의 생육반응, 수량, 사료가치를 구명하기 위하여 2000년 4월 3일부터 9월 6일까지 수행한 결과를 요약하면 다음과 같다.

출수기까지의 일수는 66일에서 69일로 점파립수 간에 큰 차이가 없었으나, 점파립수가 많을수록 출수기까지의 일수는 지연되는 경향이 있었다. 초장은 1립 점파에서 201.6cm이었던 것이 3립에서 206.7cm로 길어졌으나, 점파립수가 그 이상으로 증가함에 따라 작아져서 6립 점파에서는 175.2cm이었다.

생초, 건물, 단백질 및 TDN 수량은 3립 점파에서 48.1MT/ha, 10.1MT/ha, 0.9MT/ha, 5.1MT/

ha로 가장 높았으며, 그 이상과 그 이하의 점파에서는 점차적으로 감소되었고, 6립 점파에서는 생초수량 36.7MT/ha, 단백질수량 0.6MT/ha, TDN수량 3.2MT/ha로 가장 낮았다. 점파립수가 1립에서 6립으로 많아짐에 따라 조단백질 함량은 8.7%에서 9.9%로, 조지방 함량은 2.5%에서 3.4%로, 가용무질소물 함량은 39.4%에서 41.7%로, TDN 함량은 49.4%에서 51.4%로 증가되었으나, 조섬유 함량은 38.5%에서 34.8%로, 조희분 함량은 9.4%에서 8.1%로 감소되었다.

V. 인용 문헌

1. 농촌진흥청. 표준사료성분 분석법. 축산기술연구소. 1996. p.1-16.
2. 조남기, 오장식, 박양문, 송창길. 1997. 점파립수에 따른 청에대두의 생육반응 및 사료가치 변화. 제주대 아농연. 14:51-59.
3. 조남기, 강영길, 김인식, 조영일, 오은경. 2001^a. 제주조의 재식밀도에 따른 주요형질, 사초수량 및 조성분변화. 한국초지학회지. 21(2):53-58.
4. 조남기, 송창길, 조영일, 오은경. 2001^b. 제주지역에서 파종량 차이에 따른 귀리의 생육특성, 사초수량 및 조성분 변화. 동물자원지. 43(4):561-568.
5. 조남기, 송창길, 김인식, 조영일, 오은경. 2001^c. 제주메조의 주당본수에 따른 주요형질, 사료수량 및 조성분변화. 동물자원지. 43(6):967-972.
6. 조남기, 송창길, 강봉균, 조영일, 고지병. 2001^d. 제주지역에서 재식밀도에 따른 양마의 생육특성, 수량 및 조성분 변화. 동물자원지. 43(5):755-762.
7. 조남기, 강영길, 송창길, 조영일, 고미라, 오은경. 2002. 제주지역에서 주당본수에 따른 양마의 생육특성, 사료수량 및 조성분 변화. 한국초지학회지 22(1):23-30.
8. 조재영. 1983. 전작. 향문사. p.158-197.
9. 三井計夫. 1988. 飼料作物·草地. 養賢堂. p. 514-519.
10. Cho, N.K., W.J. Jin, Y.K. Kang, B.K. Kang 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.

11. Masaoka, Y.K. and N.B. Takano. 1980. studies on the digestibility of forge crops. I. Effect of plant density on the feeding value of a sorghum-sudan grass hybrid. *J. Japan Grassl. sci.* 26(2):179-184.
12. Miyazaki, A., W. Agata, F.Y. Kubota and X. Song. 1995. Bio-production and water cleaning by plant growth with floating culture system. 2. Water cleaning effects by the growth of several plant species. 6th International conference of the conservation and management of Lakes Kasumigaura. 95(1):560-563.
13. 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.
14. Wardeh, M.F. 1981. Models for estimating energy and protein utilization for feed. Ph.D. Dissertation Utah State Univ., Logan, Utah, USA.