

제주 재래대두의 인산시비량 차이가 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 Phosphate Application Rate 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 : This study was conducted to determine the response of main growth characters, yield and chemical composition of Jeju native soybean based on the difference between phosphate rates (0, 50, 100, 150, 200, 250kg/ha) from May 11 to September 10 in 2002 in Jeju island. Days to flowering was delayed from 92 days to 97 days as the increasing of phosphate rate. Also plant height grew longer from 109cm to 124cm. The number of branches and leaves, stem diameter, root length and weight of root grew powerful as phosphate rate increased from 0 to 250kg/ha. Fresh forage yield was 26.5MT/ha in the nonphosphate plot and then was 36.9MT/ha as phosphate rate increased to 250 kg/ha. And the difference between 200kg/ha and 250 kg/ha in phosphate rate was not significant. Dry matter, crude protein and TDN yield increased 6.0 ~ 7.9MT/ha, 0.9~1.4MT/ha and 3.4~4.9MT/ha respectively, as the increasing of phosphate rate. Also

crude protein, crude fat, NFE and TDN content increased 15.5~18.3%, 2.2~3.3%, 42.5~43.5%, and 56.7~61.9% respectively. In contrast with this, crude fiber and crude ash decreased 32.1~28.1% and 7.7~6.8% respectively. To reach the climax of forage yield was estimated optimum phosphate rate to be 200kg/ha.

Key words : Jeju native soybean, phosphate application rate, forage yield, feed value

서 론

콩(*Glycine max* L.)은 생육기간이 짧은 두과작물로서 강산성 토양을 제외한 척박한 토양조건에서도 재배가 가능한 작물로 알려지고 있다. 콩에는 단백질 뿐만 아니라 비타민 A, B, D, E가 풍부하여 오래 전부터 우리 나라에서는 식용, 공업용, 가공용, 청예사료

및 녹비작물로 재배되었다. 콩은 수수, 옥수수, 감자 및 고구마 등과 혼작, 간작 등 작부체계상 유리한 특성 때문에 미국, 중국, 브라질, 러시아, 인도네시아 등의 세계 여러 나라에서 녹비 및 청예사료용으로 넓은 면적에 재배되고 있고(조 등 1984), 우리나라에서도 1960년도에 273,200ha의 콩을 재배하였고 그 후부터 재배면적이 점차적으로 감소되어 1995년에는 105,035ha로 감소되었고 최근의 재배면적은 급격히 감소되고 있는 실정이나 콩의 품질이 우수하고 용도가 다양한 이점 때문에 앞으로 재배면적은 증가될 것으로 예상되고 있다(이 1988). 우리나라의 콩 파종은 5월 상순에서 6월 하순까지 파종이 가능한 것으로 알려지고 있으며, 3요소 시비량은 질소 100~110kg/ha, 인산 25~30kg/ha, 칼리 30kg/ha를 전량 기비로 사용하고 있다. 일반적으로 두과작물은 인산 사용 효과가 높은 것으로 알려져 있고(Bhato 및 nye 1974, Osman 등 1977), 특히 화산회토양에서는 인산 시비 효과가 매우 현저한 것으로 보고되고 있다(Aryeety 1977, Doku 1970, Bethlenfalvar 등 1984, Cho 등 1999, 조 등 2000). 제주지역의 화산회토양은 전면적의 74.3%이며 일반토양에 비하여 CEC는 높지만 투수성은 과다하여 염기가 용탈되기 쉬운 반면 인산의 고정·흡착 능력은 대단히 높다. 그러므로 화산회토양은 유효인산이 결핍되기 쉽기 때문에 화산회토에서의 인산시비는 두과작물의 재배에 중요한 과제가 되고 있다. 따라서 본 시험은 제주도 화산회토에서 제주 재래대두의 인산시비에 따른 생육형질, 수량성 및 사료가치를 분석하고 적정인산 시비량을 구명하기 위하여 수행하였다.

제주도 제주시 아라동 1번지 제주대학교 농업생명과학대학 시험포장에서 제주재래대두로 시험하였다. 시험구 면적은 6.6㎡로 하였고, 시험구는 3반복 난괴법으로 배치하였다. 파종은 5월 11에 휴폭 30cm로 하고 주간거리는 20cm로 하여 주당 3점씩 점파하였고, 유묘가 정착한 후에 주당 2본을 남기고 솟음을 하였다. 시비량은 질소 50kg/ha, 칼리 100kg/ha를 각각 요소, 염화칼리로 파종 전 시비하였다. 인산 시비량은 0, 50kg, 100kg, 150kg, 200kg 및 250kg/ha 6개의 수준으로 하였고, 전량을 기비로 하여 용성인비로 시비하였다. 시험포 토양은 화산회토가 모재인 농암색토로 표토(10cm)의 화학적 성질은 Table 1에서 보는 바와 같이 비옥도가 다소 낮은 편이었다. 시험기간의 기상조건은 Table 2에 표시하였다. 주요형질 조사는 2002년 9월 11일에 시험포 중간지점 10본을 선정하여 초장, 분지수, 엽장, 엽폭, 개체당 무게, 근장 및 근중을 三井(1988)의 청예두과사료작물 조사기준에 준하여 조사하였고, 개화기까지의 일수는 포장에서 조사하였다. 생초수량은 각 구별로 생육이 균일한 중간지점에서 3.3㎡(180×180cm)를 예취한 다음 ha당 수량으로 환산하였고 건물중은 500g의 시료를 75℃의 통풍건조기에서 48시간 건조시켜 건물중을 조사하였다. 조단백질(CP), 조지방(EE), 조섬유(CF), 조회분(CA), 가용무질소물(NFE) 등의 사료가치는 2mm 체를 통과시킨 시료를 이용하여 농촌진흥청 축산기술연구소 표준사료성분 분석법(1996)에 준하여 분석하였고, 가소화양분총량(TDN)은 Wardeh(1981)가 제시한 수식에 의하여 산출하였다.

재료 및 방법

본 시험은 2002년 5월 11일부터 9월 10일까지

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

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		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

Table 3. Growth characters of Jeju native soybean as affected by phosphate rate.

Phosphate rate (kg/ha)	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)
0	Aug.11(92 [†])	109	1.7	42.8	7.5	88.3	16.0	9.5
50	Aug.12(93)	112	1.8	43.3	8.1	94.1	18.7	11.1
100	Aug.13(94)	114	2.0	45.5	8.2	99.4	19.5	11.5
150	Aug.13(94)	117	2.1	48.6	8.4	101.3	19.7	11.6
200	Aug.15(96)	123	2.3	50.3	8.7	102.5	20.2	12.0
250	Aug.16(97)	124	2.3	50.3	8.7	102.6	20.3	12.1
Mean	94.4	116	2.0	46.8	8.3	98.1	19.1	11.3
Coefficients of regression equatoins relating shading level								
Intercept	91.905**	108.710**	1.705**	42.40**	7.695**	91.043**	17.195**	10.17**
Linear	0.019*	0.062	0.003**	0.035**	0.005**	0.056**	0.0151*	0.005*
Quadratic	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
r ² or R ²	0.9527	0.9546	0.9647	0.9398	0.9023	0.8507	0.7582	0.7855
LSD(5%)	0.718	1.699	0.137	0.590	0.242	1.101	0.541	0.656
CV(%)	0.417	0.802	3.702	0.693	1.608	0.617	1.562	3.186

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

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

결과 및 고찰

1. 생육형질 변화

인산시비량 차이에 따른 제주재래 대두의 개화기

까지의 일수, 초장, 분지수, 엽수, 경직경, 개체당 무게, 근장 및 근중은 Table 3에서 보는 바와 같다.

파종 후부터 개화기까지 일수는 92일에서 97일로 인산시비량이 증가할수록 개화기까지의 일수는 지연되는 경향이였다. 초장은 무인산구에서 109cm였으나

시비량이 증가할수록 커져서 200kg/ha과 250kg/ha 시비구에서의 초장은 각각 123cm, 124cm로 가장 컸으나 두 시비구 간의 유의성은 없었다. 분지수, 엽수, 경직경, 개체당무게도 초장반응과 비슷한 경향이였다. 즉, 무인산구에서 분지수는 1.7개, 엽수 42.8개, 경직경 7.5mm, 개체당무게 88.3g, 근장 16.0cm, 근중은 9.5g이었으나 시비량이 증가됨에 따라 점차적으로 증가되어 200kg, 250kg/ha에서 분지수는 각각 2.3개, 엽수는 50.3개, 경직경은 각각 8.7mm, 개체당무게는 102.5g, 102.6g으로 증가되었으나 200kg, 250kg/ha 인산시비구 간에는 유의한 차이가 없었다. 근장과 근중도 인산시비량이 증가할수록 증가되는 경향이였다. 이 시험에서 인산시비량이 증가됨에 따라 제주재래 대두의 개화기까지의 일수도 지연되고, 초장, 엽장, 근장 등 모든 형질이 우세한 것은 시험토양이 화산회토로서 인산흡수계수가 매우 높아서 인산중시가 제주재래 대두의 생육을 촉진시켰을 뿐만 아니라 영양생장 및 생식생장기간을 지연시킨 것으로 생각되었다. 제주지역에서 인산시비량이 증가됨에 따라 차풀, 동부, 완두 등 두과사료식물의 개화기까지 일수도 지연되고 초장, 엽수 및 분지수 등 모든 형질이 우세하였다는 보고도 있고(Cho 등 1999, 고 등 1991,

조 등 2000), 다른 지역에서도 인산중시가 두과사료작물의 분지발육 등 생육을 촉진시키고 사초수량도 증가되었다는 보고도 있다(Miller 등 1962, Bhangoo와 Albritton 1972).

2. 수량성 변화

인산시비량 차이에 따른 제주재래 대두 생초, 건초, 단백질 및 TDN수량 변화는 Table 4에 예시하였다.

생초수량은 무인산구에서 26.5MT/ha였으나 인산시비량이 증가됨에 따라 점차적으로 증가되어 200kg, 250kg/ha에서 생초수량은 각각 36.5MT/ha, 36.9MT/ha로 증수되었으나 두 시비구 간에는 유의한 차이가 없었다. 건물수량도 생초수량의 변화와 비슷한 경향이였다. 즉, 무인산구에서 건물수량은 6.0MT/ha였으나 인산시비량 증가와 함께 건물수량도 증가되어 200kg, 250kg/ha 시비구에서 각각 7.8MT/ha, 7.9MT/ha로 증수되었으나 두 시비구간에 유의한 차이가 없는 것으로 나타났다. 조단백질과 TDN수량도 인산시비량이 증가할수록 수량도 비례적으로 증가되었다. 무인산구에서 단백질수량과 TDN 수량은 각각 0.9MT/ha, 3.4MT/ha로 낮은 편이었으나 인산시비량을 증가시

Table 4. Yields characters of Jeju native soybean as affected by phosphate rate.

Phosphate rate (kg/ha)	Fresh forage yields (MT/ha)	DM yields (MT/ha)	CP yields (MT/ha)	TDN [†] yields (MT/ha)
0	26.5	6.0	0.9	3.4
50	30.0	6.6	1.1	3.9
100	32.3	7.0	1.2	4.2
150	33.8	7.3	1.3	4.4
200	36.5	7.8	1.4	4.8
250	36.9	7.9	1.4	4.9
Mean	32.7	7.1	1.2	4.3
Coefficients of regression equatoin relating shading level				
Intercept	27.452**	6.143**	0.967**	3.524**
Linear	0.004**	0.008**	0.002**	0.006**
Quadratic	NS	NS	NS	NS
r ² or R ²	0.9615	0.9716	0.9292	0.9698
LSD(5%)	0.646	0.144	0.064	0.145
CV(%)	1.086	1.112	2.860	1.878

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

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

킴에 따라 점차적으로 증가되어 200kg, 250kg/ha에서 단백질 수량은 각각 1.4MT/ha였고, TDN 수량은 각각 4.8MT/ha, 4.9MT/ha로 증수되었다. 이 시험에서 무인산구에서 250kg/ha로 인산시비량이 증가됨에 따라 제주재래 대두의 생초, 건물, 단백질 및 TDN 수량이 증가된 요인은 전술한 바와 같이 제주도 토양의 78%가 화산회토양으로서 일반토양에 비해 CEC는 높지만 투수성은 과다하여 염기용탈이 쉬운 반면 인산을 고정·흡착하는 능력은 대단히 높기 때문에 인산을 증시함에 따라 제주재래 대두의 수량성 증가가 현저하였던 것으로 생각되었다. 제주도 화산회토양에서 혼파초지를 조성할 때에 용성인비를 100kg에서 400kg/ha로 증가시킬수록 생초수량이 증수되었다는 고 등(1991)의 보고도 있고, 차풀은 200kg/ha까지(조 등 2000), 동부는 250kg/ha까지(cho 등 1999), 완두는 200kg/ha까지 인산시비량을 증가시킬수록 사초수량성이 증수되었다는 보고도 있다(조 등 1998). 다른 지역에서도 두과사료 작물은 화본과 사료작물에 비하여 인산시비효과가 현저하다는 보고가 있다(Bhat와 Hye 1974, Rachie와 Rawal 1976).

3. 조성분 변화

인산시비량 차이에 따른 제주재래 대두 조성분 변화는 Table 5에서 보는 바와 같다.

조단백질과 조지방 함량은 인산시비량이 증가함에 따라 증가되는 경향이었다. 즉, 무인산구에서 조단백질과 조지방 함량은 각각 15.5%, 2.2%였던 것이 인산시비량이 증가됨에 따라 점차적으로 증가되어 250kg/ha 시비구에서 조단백질 함량은 18.3%, 조지방함량은 3.3%로 증가되었다. 조섬유와 조회분 함량은 조단백질과 조회분 함량의 반응과는 반대로 감소되는 경향이었다. 즉 무인산구에서 조섬유 함량은 32.1%, 조회분 함량은 7.7%로 비교적 높은 편이었으나 인산시비량이 증가함에 따라 점차적으로 낮아져서 250kg 시비구에서의 조섬유 함량과 조회분 함량은 각각 28.1%, 7.0%였다. 인산시비량이 무비구에서 250kg/ha로 증가됨에 따라 가용무질소물은 42.5%에서 43.5%로 TDN 함량은 56.7%에서 61.9%로 증가되었다. 이 시험에서 인산시비량이 증가함에 따라 제주재래 대두의 조단백질과 조지방 함량은 증가되었으나 조섬유와 조회분 함량이 낮아진 것은 전술한

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

Phosphate rate (kg/ha)	Crude protein (%)	Ether extract (%)	Crude fiber (%)	Crude ash (%)	Nitrogen free extract (%)	TDN [†] (%)
0	15.5	2.2	32.1	7.7	42.5	56.7
50	16.7	2.4	31.0	7.3	42.6	58.4
100	17.3	2.7	29.6	7.2	43.2	59.7
150	17.5	3.0	29.0	7.1	43.4	60.7
200	18.1	3.2	28.3	7.0	43.4	61.4
250	18.3	3.3	28.1	6.8	43.5	61.9
Mean	17.2	2.8	29.7	7.2	43.1	59.8
Coefficients of regression equatoinis relating shading level						
Intercept	15.919**	2.214**	31.733**	7.576**	42.571**	57.219**
Linear	0.011**	0.005	-0.016**	-0.003**	0.004**	0.021**
Quadratic	NS	NS	NS	NS	NS	NS
r ² or R ²	0.9207	0.9802	0.9438	0.9227	0.8322	0.9595
LSD (5%)	0.692	0.585	1.110	0.535	1.617	1.116
CV (%)	2.207	11.497	2.055	4.090	2.062	1.026

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

NS : Not significant. TDN : Total digestible nutrient.

바와 같이 인산 증시에 의하여 제주재래대두의 영양 생장기간이 지연됨에 따라 상대적으로 개화기까지의 일수가 지연되어 목질화가 연장되었기 때문에 조단백, 조지방 함량이 높아졌고, 이와는 반대로 조섬유 함량은 낮아졌던 것으로 생각된다. 다른 두과 사료작물에서도 인산시비량 증가에 따라 조단백, 조지방 함량은 증가되었으나 조섬유, 조회분 함량은 낮아졌다는 Osman 등(1977), Agboola(1978), Ahlawat 등(1979)의 보고가 있다. 제주지역의 화산회토양에서 동부(cho 등 1999), 차풀(조 등 2000), 완두(조 등 1998) 등의 두과 사료작물에서도 인산시비량이 증가됨에 따라 단백질, 조지방 함량은 증가되었으나 조섬유, 조회분 함량은 오히려 낮아지는 것으로 보고된 바 있다(Han 등 1971^a, 1971^b, 조 등 1999). 이상의 시험 결과를 종합하여 볼 때 제주지역의 화산회토양에서 제주재래대두의 사초수량성을 최고로 올릴 수 있는 인산의 적정시비량은 200kg/ha로 추정할 수 있었다.

적 요

본 시험은 제주지역의 화산회토양에서 인산시비량 차이(0, 50, 100, 150, 200, 250kg/ha)에 따른 제주재래 대두의 생육형질, 수량 및 사료가치 변화를 구명하기 위하여 2002년 5월 11일부터 2002년 9월 10일까지 시험하였다.

인산시비량이 0에서 250kg/ha로 증가함에 따라 개화기까지의 일수는 92일에서 97일로 지연되었고, 초장은 109cm에서 124cm로 커졌다. 분지수, 엽수, 경직경, 근장 및 근중 등도 인산시비량이 증가함에 따라 점차적으로 우세하였다. 생초수량은 무인산구에서 26.5MT/ha였으나 인산시비량 증가에 따라 점차적으로 증가되어 200kg, 250kg/ha 시비구에서는 각각 36.5MT/ha, 36.9MT/ha로 증수되었으나 두 시비구 간의 유의한 차이는 없었다. 인산시비량이 증가함에 따라 건물수량은 6.0MT/ha에서 7.9MT/ha로, 단백질수량은 0.9MT/ha에서 1.4MT/ha로 TDN수량은 3.4MT/ha에서 4.9MT/ha로 증수되었다. 인산시비량이 증가함에 따라 조단백질 함량은 15.5%에서

18.3%로, 조지방 함량은 2.2%에서 3.3%로, 가용무질소물은 42.5%에서 43.5%로, TDN 함량은 56.7%에서 61.9%로 증가되었으나 이와는 반대로 조회분은 32.1%에서 28.1%로, 조회분 함량은 7.7%에서 6.8%로 감소되었다. 제주지역의 화산회토양에서 제주재래대두의 사초수량을 최고로 올릴 수 있는 적정 인산시비량은 200kg/ha로 추정할 수 있었다.

인용문헌

1. Agboola, A.A., 1978. Influence of soil organic matter on cowpea's response to N-fertilizer. *Agron. J.* 70(1):25-28.
2. Ahlawat, I.P.S., C.S. Saraf, and S.Singh. 1979. Response of spring cowpea to irrigation and phosphorus application. *Indian J. Agron.* 24(2): 237-239.
3. Aryeetey, A.N., 1977. Inheritance of yield components and the their correlation with yield in cowpea. *Euphytica.* 22(2):386-392.
4. Bethlenfalvay, G.J., S. Dakessian and R.S. Pacovsky., 1984. Mycorrhizae in a southern california desert : ecological implication. *Can. J. Bot.*, 62:519-524.
5. Bhangoo, M.S. and D.J. Albritton. 1972. Effect of fertilizer nitrogen, phosphorus and potassium on yield nutrient content of soybean. *Agron. J.*, 64:743-756.
6. Bhat, K.K.S. and P.H. Nye. 1974. Diffusion of phosphate to plant to plant root in soil. III. Depletion around onion roots without haris. *Plant and Soil.*, 41:383-394.
7. Cho, N.K, D.H. Kim, E. I. Cho. 1999. Effect Phosphate rate on the Growth Caharacters, Yield and Chemical Composition of Cheju Local Cowpea. *Journal of Environmental Research Cheju National University.* 7:103-117.
8. Doku, E.V., 1970. Variability in local and exotic

- varieties of cowpea in Ghana J. Agric. Sci. 3(2):139-143.
9. Han, I.K., Park, S.H. and Kim, K.I. 1971a. Studies on the Nutritive Values of the Native Grasses and Legumes in Korea. II. Location and family differences in chemical composition of some Korean native herbage plants. Korean J. Anim. Sci. 13(2):107-115.
 10. Han, I.K., Park, S.H. and Kim, K.I. 1971a. Studies on the Nutritive Values of the Native Grasses and Legumes in Korea. I. Seasonal changes in chemical composition of some Korean native herbage plants. Korean J. Anim. Sci., 13(1):3-16.
 11. Miller, R.H. 1962. Effect of Vesicular-Arbuscular mycorrhizae on growth and phosphorous content of three agronomic crops. Soil Sci. Soc. Amer. Proc., 36:64-67.
 12. Osman, A., C.A. Raguse, and O.L. Summer. 1977. Growth of subterranean clover in a range soil as affected by microclimate and phosphorus availability. II. Laboratory and phytotron studies. *Agron. J.* 69:87-98.
 13. Rachie, K.O. and K.W. Rawal. 1976. Integrated approaches to improving cowpea's. *Vigna Unguiculata* (L.) Walp IITA Technical Bulletin. No. 5:1-36.
 14. Wardeh, M.F. 1981. Models for estimating energy and protein utilization for feed. Ph.D. Diddertatin Utah State Univ., Logan, Utah, USA.
 15. 고서봉, 백윤기, 양창범, 정창조. 1991. 제주화산회토 초지에 석회 및 인산 시용이 수량 및 무기 성분함량에 미치는 영향. 제주대 축산논총. 6: 193-199.
 16. 농촌진흥청 축산기술연구소. 1996. 표준사료성분 분석법. pp.1-16.
 17. 조남기, 한영명, 박양문, 고동환. 1998. 인산시비량 차이가 완두의 주용형질 및 수량에 미치는 영향. 제주대 아농연 15:5-12.
 18. 조남기, 강영길, 송창길, 오은경, 조영일. 2000. 인산시비량이 차풀의 생육과 수량 및 조성분에 미치는 영향. 한작지 45(3):163-166.
 19. 조재영. 1984. 전작. 향문사. pp.292-298.
 20. 이홍석. 1988. 전작. 한국방송통신대학. pp.222-227.
 21. 三井計夫. 1998. 飼料作物・草地. pp.514-519.