

## 제주지역에서 인산시비량 차이에 따른 청에팥의 생육반응, 수량 및 사료가치 변화

조남기 · 강영길 · 송창길 · 강용철 · 조영일\* · 고미라

### Effects of Phosphate Application Rate on the Growth Characteristics, Yield and Feed Value of Whole Crop Azuki bean in Jeju Island

Nam Ki Cho, Young Kil Kang, Chang Khil Song, Yong Chul Kang, Young Il Cho\*  
and Mi Ra Ko

#### ABSTRACT

This study was determined to the growth characteristic, yield and chemical content of Azuki bean (*Vigna angularis* W.F. WIGHT) based on five phosphate rates (0, 40, 80, 120, 160, 200kg/ha) from May, 2002 to August, 2002 in Jeju province.

Plant height was 80.7cm at 0kg/ha of phosphate level and, as phosphate rates were increased to 160kg/ha and 200kg/ha, lengthened 88.8cm and 88.9cm, respectively, but between the two phosphate levels were no significance ( $P>0.05$  or 0.01). Number of branches and leaves per plant, stem diameter, and weight of leaves and stems per plant were the same response with plant height. Fresh forage, dry matter, crude protein, and TDN (total digestible nutrient) yield at the control were 23.8MT/ha, 3MT/ha, 0.5MT/ha and 1.8MT/ha, respectively, at the 200kg/ha plot were 47.3MT/ha, 7.2MT/ha, 1.3MT/ha, and 4.7MT/ha, respectively, as phosphate rate was increased.

As phosphate rate increased from 0kg/ha to 200kg/ha, the content of crude protein, crude fat, NFE (nitrogen free extract) and TDN increased 15.2%~18.6%, 3.4%~4.5%, 41.4%~45.5% and 58.3%~65.5%, respectively, whereas the content of crude fiber and crude ash were decreased 31.5%~24.8% and 8.5%~6.6%, respectively.

(Key words : Azuki bean, Phosphate application rate, Growth characters, Yield, Feed value)

#### I. 서 론

팥(*Vigna angularis* W.F. WIGHT)은 생육기간이 짧은 일년생 열대작물로서 척박한 토양조건에서도 적응력이 매우 강할 뿐만 아니라 콩 등 다른 두과작물보다 늦심기에 잘 견디어 맥후작

으로 안정성이 높은 작물로 알려지고 있다(李, 1983). 팥에는 전분 함량이 34%, 조단백질 함량이 21%로 매우 높은 편이어서 식용 및 청에 사료작물로 이용가치가 매우 높기 때문에 중국, 일본 등 여러 나라에서 오래 전부터 넓은 면적에서 재배하였고 우리 나라의 전 지역에서

제주대학교(Dept. of plant 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 Science, College of Agric. & Life Sci., Cheju National University, Jeju. 690-756, Korea. (064) 754-3315, chonamki@cheju.ac.kr

재배하고 있다(趙, 1992). 팥의 3요소 표준시비량은 질소 40kg/ha, 인산 50kg/ha, 가리 50kg/ha 정도이나 척박한 토양조건에서는 N, P, K의 시비량 증가를 권고하고 있고, 화산회토양에서 두과작물은 인산시비효과가 매우 높은 것으로 보고되고 있다(Aryeety, 1977; Doku, 1970; Bethlenfalvay et al., 1984; Cho et al., 1999; 조 등, 2001; 1998; 1986). 특히 제주도는 화산회토양이 전면적의 74.3% 정도이며 일반토양에 비하여 CEC는 높지만 투수성은 과다하여 염기가 용탈되기 쉬운 반면 인산을 고정 흡착하는 능력은 대단히 높다. 그러므로 화산회토양은 유효인산이 결핍되기 쉽기 때문에 화산회토에서 인산시비는 두과작물 등의 재배에 중요한 과제가 되고 있다.

따라서 본 시험은 제주도 화산회토에서 청예 팥의 인산시비량 차이에 따른 생육반응, 수량성 및 사료가치를 분석하고, 적정인산 시비량을 결정하기 위한 연구의 일환으로 수행하였던 결과를 보고하는 바이다.

## II. 재료 및 방법

본 시험은 2002년 5월 3일부터 2002년 8월 3

일까지 표고 278m에 위치한 제주대학교 농과대학 부속농장에서 제주재팥을 공시하였으며, 시험포는 직경 1m의 콘크리트 풋트(0.785 m<sup>2</sup>)에서 수행하였다. 풋트의 토양은 화산회토가 모재인 농암녹색토로 표토(10cm)의 화학적 성질은 Table 1에서 보는 바와 같이 비옥도가 다소 낮은 편이었다. 재배기간 중의 기상조건은 Table 2에 나타내었다.

2002년 5월 3일에 40kg/ha에 해당하는 종자를 환산하여 휴폭 15cm, 파폭 15cm로 하여 3분씩 점파하였으며 유효가 정착한 후 1주 1분으로 솟음을 하였고, 풋트 1개를 시험단위로 하여 난괴법 3반복으로 배치하였다. 비료는 ha당 질소 50kg, 칼리 50kg을 각각 요소, 염화칼리로 파종 전에 사용하였다. 인산시비량은 0, 40, 80, 120, 160, 200kg/ha 6개의 수준이었고 전량을 기비로 하여 용성인비로 사용하였다. 2002년 8월 3일에 풋트 가운데에서 초장이 중간인 10개체를 선정하여 초장, 분지수, 엽수, 경직경, 개체당 경중 및 엽중 등의 형질을 三井(1988)의 두과사료작물 조사기준에 준하여 조사하였고 풋트 가운데 0.36m<sup>2</sup>(0.6×0.6m)를 예취하여 1ha당 수량으로 환산하였고, 건조중은 생초중에서 500g 내외의 시료를 75℃ 통풍

Table 1. Chemical properties of experimental surface soil before cropping

pH (1:5)	Organic matter (g/kg)	Available P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (mg/kg)	Exchangeable cation (cmol/kg)				CEC (cmol/kg)	EC (dS/m)
			Ca	Mg	K	Na		
5.5	54.6	148	1.80	0.82	1.28	0.27	8.62	0.14

Table 2. Meteorological factors during the experimental period in 2002

Item	Year	2002					
		May	June	July	Aug.	Sept.	Oct.
Temperature (°C)	Max.	20.0	25.6	27.3	28.1	25.2	20.7
	Min.	15.2	18.8	22.3	23.5	20.1	14.5
	Mean	17.4	21.6	24.5	25.6	22.6	17.5
Precipitation(mm)		141.6	118.6	495.7	256.5	143.9	112.3
Hours of sunshine (h)		144.9	234.6	125.4	157.7	185.3	160.4

진조기에서 48시간 진조시켜 진물중을 조사하였다. 조단백질(CP), 조지방(EE; ether extract), 조섬유(CF), 조회분(CA), 가용무질소물(NFE) 등의 사료가치는 2mm체를 통과시킨 시료를 이용하여 농촌진흥청 축산기술연구소 표준사료성분 분석법(1996)에 준하여 분석하였고, 가소화양분 총량(TDN)은 Wardeh(1981)가 제시한 수식에 의하여 산출하였다.  $TDN(\%) = -17.265 + 1.212CP(\%) + 2.464EE(\%) + 0.835NFE(\%) + 0.448CF(\%)$

향이었다. 즉, 무인산구에서 분지수 2개, 엽수 47.1개, 경직경 0.5mm이었고 160kg, 200kg/ha 시비구에서 분지수 2.8개, 엽수 각각 68.3개, 68.8개, 경직경 0.8mm로 증가하였다. 개체당 경중 및 엽중도 초장 및 분지수 등의 형질변화와 비슷한 경향을 보였다. 인산시비량이 증가함에 따라 초장, 엽수, 경직경 및 분지수 등 형질이 우세한 요인을 보면 제주도 토양은 화산회토로서 인산흡수계수가 매우 높아 인산 증시가 팔의 정착에 좋은 조건을 제시하였을 뿐만 아니라 팔의 생육을 촉진시켜 영양생장 및 생식생장 기간을 지연시킨 것으로 생각되었다. 제주도 화산회토양에서 인산시비량이 증가함에 따라 차풀(조 등, 2000), 동부(조 등, 1999), 완두(조 등, 1998) 등의 두과사료작물들도 초장, 엽수 및 분지수 등의 모든 형질이 우세하였다는 보고도 있다.

### III. 결과 및 고찰

#### 1. 생육반응

인산시비에 따른 초장, 분지수, 엽수 및 경직경 등 주요형질 변화는 Table 3에 표시하였다.

초장은 무인산구에서 80.7cm이었으나 인산시비량을 증가시킴에 따라 점차적으로 증가되어 160kg/ha 시비구와 200kg/ha 시비구에서 각각 88.8cm, 88.9cm이었으나 이 두 시비구 간에는 유의성이 없었다. 1주당 분지수, 엽수 및 경직경도 인산시비량이 증가함에 따라 증가되는 경

#### 2. 수량성 변화

인산시비량 차이에 따른 생초, 건물, 단백질 수량 및 TDN 수량 변화는 Table 4에 예시하였다.

Table 3. Growth characteristics of Azuki bean as affected by phosphate rate

P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> rate (kg/ha)	Plant height (cm)	No. of branches per plant	No. of leaves per plant	Stem diameter (mm)	Wt. of stems (g)	Wt. of leaves (g)
0	80.7	2.0	47.1	0.5	47.3	21.9
40	83.1	2.2	52.1	0.6	61.3	25.7
80	85.8	2.4	56.3	0.7	68.6	28.2
120	86.2	2.4	60.1	0.7	69.5	32.0
160	88.8	2.8	68.3	0.8	73.1	32.5
200	88.9	2.8	68.8	0.8	73.2	32.9
Avg.	85.6	2.4	58.8	0.7	65.6	28.9
LSD(5%)	1.6	0.2	4.0	0.1	4.3	2.2
C.V.(5%)	1.0	3.5	3.7	5.1	3.6	4.2
Coefficients of regression equations relating P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> rate						
Intercept	80.696*	2.019*	47.290	0.533	47.487	21.721
Linear	0.068*	$4.143 \times 10^{-3}$	0.114	$1.5 \times 10^{-3}$	0.453	0.112
Quadratic	$-1.3300 \times 10^{-4}$	-	-	-	-0.003*	$-2.790 \times 10^{-4}$ *
Cubic	-	-	-	-	$6.67 \times 10^{-6}$	-
r <sup>2</sup> or R <sup>2</sup>	0.977	0.936	0.973	0.922	0.992	-

Table 4. Forage, crude protein and TDN(total digestible nutrients) yield of Azuki bean as affected by phosphate rate

P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> rate (kg/ha)	Fresh forage yield (MT/ha)	Dry matter yield (MT/ha)	Crude protein yield (MT/ha)	TDN yield (MT/ha)
0	23.8	3.0	0.5	1.8
40	32.9	4.1	0.6	2.5
80	34.5	4.9	0.8	3.0
120	36.3	5.4	0.9	3.4
160	47.2	7.1	1.2	4.6
200	47.3	7.2	1.3	4.7
Avg.	37.0	5.3	0.9	3.3
LSD(5%)	2.3	1.4	0.2	0.8
C.V.(5%)	3.3	14.5	12.0	13.4
Coefficients of regression equations relating P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> rate				
Intercept	25.414***	3.104***	0.461***	1.819***
Linear	0.115**	0.021***	0.004***	0.015***
r <sup>2</sup> or R <sup>2</sup>	0.921	0.967	0.978	0.968

생초수량은 인산시비량이 증가할수록 증수되는 경향을 보였다. 즉 무인산구에서 생초수량은 23.8MT/ha이었고 인산시비량이 증가됨에 따라 점차적으로 증가되어 160kg과 200kg/ha 시비구에서 생초수량은 각각 47.2MT/ha, 42.3MT/ha로 증수되었는데, 두 시비구 간에는 유의성이 인정되지 않았다. 건물수량도 생초수량 변화와 비슷한 경향이였다. 무인산구에서 건물수량은 3MT/ha이었으나 인산시비량 증가와 함께 증가되어 160kg과 200kg/ha 시비구에서 조단백질 수량은 각각 1.2MT/ha, 1.3MT/ha, TDN 수량은 각각 4.6MT/ha, 4.7MT/ha로 가장 많았다. 본 시험에서 인산시비량이 증가됨에 따라 팔의 생초, 건물, 단백질 및 TDN 수량이 현저히 증가된 것은 제주지역의 토양은 78%가 화산회토양으로서 인산흡수계수가 매우 높은 특성 때문에 인산 증시효과가 매우 높는데 기인되었던 것으로 생각된다. 제주지역에서 자연초지를 개간하여 초지조성시에 인산시비량을 400kg/ha로 증가할수록 사초수량성이 높았다는 보고도 있고(高 등, 1991), 동부, 차풀은 인산시비량을 350kg/ha까지(조 등, 1999, 2000), 맥문동은 250kg/ha 까지(조 등, 1996), 완두는 200kg/ha 까지

(조 등, 1998) 인산시비량을 증가할수록 사초수량성이 높았다고 보고한 바 있다. 다른 지역에서도 두과사료식물은 인산시비량이 증가됨에 따라 수량성이 증수되었다는 보고도 있다(Aryeetey, 1977; Doku, 1970; Bethlenfalvay et al., 1984).

### 3. 조성분 변화

인산시비량 차이에 따른 조단백, 조지방, 조섬유, 조회분, 가용무질소물 및 가소화양분총량 변화는 Table 5에서 보는 바와 같다.

조단백질과 조지방 함량은 인산시비량 증가와 함께 증가되었다. 즉, 무인산구에서 조단백질 함량은 15.2%, 조지방 함량은 3.4%였던 것이 인산시비량이 증가됨에 따라 점차적으로 증가되어 200kg/ha 시비구에서는 조단백질과 조지방 함량은 각각 18.6%, 4.5%로 증가되었다. 조섬유와 조회분 함량은 조단백질 함량과는 반대의 경향을 보였다. 무인산구에서 조섬유 함량은 31.5%, 조회분 함량은 8.5%였으나 인산시비량이 많아짐에 따라 점진적으로 감소되어 200kg/ha 시비구에서 조섬유 함량은 24.8%, 조

Table 5. Chemical composition of oven-dried forage in Azuki bean as affected by phosphate rate

P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> rate (kg/ha)	Crude protein (%)	Crude fat (%)	Crude fiber (%)	Crude ash (%)	NFE (%)	TDN (%)
0	15.2	3.4	31.5	8.5	41.4	58.3
40	15.3	3.6	29.7	8.2	43.2	59.5
80	16.1	3.7	26.7	7.5	45.9	61.8
120	16.9	3.9	26.4	7.2	45.6	62.8
160	17.4	4.2	25.3	6.8	46.3	64.2
200	18.6	4.5	24.8	6.6	45.5	65.5
Avg.	16.6	3.9	27.4	7.5	44.6	62.0
LSD(5%)	0.9	0.6	0.7	0.4	2.0	1.4
C.V.(5%)	2.9	8.2	3.5	3.1	2.4	1.3
Coefficients of regression equations relating P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> rate						
Intercept	14.862***	3.318***	31.596***	8.467***	41.293***	58.367***
Linear	0.017***	0.005***	-0.065*	-0.01***	0.068**	0.036***
Quadratic	-	-	1.57 × 10 <sup>-4</sup>	-	-2.34 × 10 <sup>-4*</sup>	-
Cubic	-	-	-	-	-	-
r <sup>2</sup> or R <sup>2</sup>	0.962	0.970	0.976	0.975	0.952	0.989

NFE : nitrogen free extract; TDN : total digestible nutrient.

회분 함량은 6.6%로 낮아졌다. 인산시비량이 증가됨에 따라 가용무질소물은 41.4%에서 45.5%로 TDN 함량은 58.3%에서 65.5%로 증가되었다.

본 시험에서 인산을 증시함에 따라 조단백질과 조지방 함량은 높아지고 조섬유와 조회분 함량은 낮아진 것은 제주도는 화산회토양으로 인산흡수계수가 매우 높은 지역으로 알려지고 있다. 따라서 인산시비량이 증가됨에 따라 팔의 근발육과 생육이 촉진됨에 따라 세포 내용물(N, P, Ca 등)이 증가되어 조단백질과 조지방 함량은 증가된 것으로 생각되었고(Davis, 1969), 이와는 반대로 조섬유와 조회분 함량이 낮아진 것은 세포벽물질이 감소된 데에 기인된 것으로 생각되었다(Reneau et al, 1983). 일반적으로 두 과사료작물은 인산시비가 증가함에 따라 조단백질, 조지방, 가용무질소물 및 TDN 함량은 증가되나 조섬유 및 조회분 함량은 이와는 반대로 낮아지는 것으로 보고되어 있다(Abalawat et

al., 1979; Cho et al., 1999; 조 등, 1998; 조 등, 2000). 본 시험결과를 종합하여 볼 때 제주지역의 기상, 토양 등의 환경조건에서 사료용으로 팔 재배 시에는 인산 시비량을 160kg/ha 전량을 기비로 사용하는 것이 수량성과 품질이 우수한 사료를 생산할 수 있을 것으로 확인되었다.

#### IV. 요 약

본 연구는 제주지역에서 인산시비량 차이에 따른(0, 40, 80, 120, 160, 200kg/ha) 청예팔의 생육반응, 수량성 및 사료가치를 검토하고, 적정 인산시비량을 구명하기 위하여 2002년 5월부터 2002년 8월까지 시험하였다.

초장은 무인산구에서 80.7cm이었던 것이 인산시비량이 증가함에 따라 점차적으로 증가하여 160kg/ha 시비구와 200kg/ha 시비구에서 각각 88.8cm, 88.9cm로 커졌으나 두 시비구 간에

는 유의성이 없었다. 1주당 분지수, 엽수, 경직경, 엽중 및 경중은 초장의 반응과 비슷한 경향이었다. 생초, 건물, 단백질 및 TDN 수량은 무인산구에서 각각 23.8MT/ha, 3MT/ha, 0.5MT/ha, 1.8MT/ha이었으나 인산시비량이 증가함에 따라 점차적으로 증가되어 160kg, 200kg/ha 시비구에서 생초수량은 47.2MT/ha에서 47.3MT/ha로, 건물수량은 7.1MT/ha에서 7.2MT/ha로, 단백질수량은 1.2MT/ha에서 1.3MT/ha로, TDN 수량은 4.6MT/ha에서 4.7MT/ha로 증수되었으나 이 두 시비구 간의 유의성은 없었다. 인산시비량이 증가됨에 따라 단백질 함량은 15.2%에서 18.6%로 조지방 함량은 3.4%에서 4.5%로, 가용무질소물은 41.1%에서 45.5%로, TDN 함량은 58.3%에서 65.5%로 증가되었으나 이와는 반대로 조섬유 함량은 31.5%에서 24.8%로, 조회분 함량은 8.5%에서 6.6%로 감소되는 경향을 보였다.

## V. 인 용 문 헌

- 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.
- Aryeetey, A.N. 1977. Inheritance of yield components and the their correlation with yield in cowpea. *Euphytica* 22(2):386-392.
- Bethlenfalvay, G.J., S. Dakessian and R.S. Pacovsky. 1984. Mycorrhizae in a southern california desert : ecological implication. *Can. J. Bot.*, 62:519-524.
- Cho, N.K, D.H. Kim and 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.
- Davis, R.R. 1969. Nutrition and fertilizers in turf grass science, ASA. p.130-132(1976 Cited by Chung, Y.K.).
- Doku, E.V. 1970. Variability in local and exotic varieties of cowpea in Ghana *J. Agric. Sci.* 3(2):139-143.
- Reneau, R.B., Jr., G.D. Jones and J.B. Friedrichs. 1983. Effect of P and K on yield and chemical composition of forage sorghum. *Agron. J.* 75:5-8.
- Wardeh, M.F. 1981. Models for estimating energy and protein utilization for feed. Ph.D. Diddertatin Utah State Univ., Logan. Utah. USA.
- 농촌진흥청 축산기술연구소. 1996. 표준사료성분 분석법. pp.1-16.
- 조남기, 송창길, 박양문, 현경탁. 1996. 인산시비량 차이가 맥문동의 생육 및 수량에 미치는 영향. *제주대 이농연* 13:55-62.
- 이홍석. 1983. 전작. *한국방송통신대학.* pp. 214-218.
- 조남기, 한영명, 박양문, 고동환. 1998. 인산시비량 차이가 청예완두의 주용형질 및 수량에 미치는 영향. *제주대 이농연.* 15:5-12.
- 조남기, 김동현, 조은일. 1999. 인산시비량 차이에 따른 제주재래 동부의 생육반응 수량 및 조성분 변화. *제주대 환경연.* 7:103-117.
- 조남기, 강영길, 송창길, 오은경, 조영일. 2000. 인산시비량이 차풀의 생육과 수량 및 조성분에 미치는 영향. *한작지.* 45(3):163-166.
- 고서봉, 백윤기, 양창림, 정창조. 1991. 濟州 火山灰土 草地에 石灰 및 磷酸施用이 收量 및 無機成分 含量에 미치는 影響. *濟州大 畜産論叢* 6:193-199.
- 趙載英. 1992. 四訂 田作, 郷文社. pp. 330-339.
- 三井計夫. 1998. 飼料作物·草地. pp. 514-519.