

無機質이 大豆의 成長 및 Amino Acid 組成에 미치는 영향

朴正隆 · 曹秀悅 · 尹玉姬

嶺南大學校 食品營養學科

Influence of Mineral Nutrition on Growth and Amino Acid Composition of Soybean

Jyung-Rewng Park · Soo-Yeul Cho · Ok-Hee Yun

Dept. of Food & Nutrition, Yeungnam University

Abstract

Soybean has been considered as an important source of food protein in many countries. This experiment was attempted to determine the effect of mineral nutrition on growth and amino acid composition of soybean by using the methods developed for other plants.

The results showed that S was more effective than P on the growth of soybean when the amount of cation was not changed. Among cations investigated K was more effective than Mg and Ca on its growth. However, higher amounts of Ca resulted in toxic effect.

In general, the content of amino acid hydrolyzed by HCl decreased in NS and NP as well as KCa and KMg groups. Amino acids, *i. e.*, proline, cystine, aspartic acid, lysine and histidine were not detected in NS and NP in addition to KCa and KMg groups eventhough control group showed considerable amount of these amino acids.

序 論

Soybean은 우리 나라에서 이미 두부·된장 등으로 加工되어 널리 사용되고 있으며, 現在 美國을 위시한 많은 나라에서 미래의 蛋白質 食品源으로서 이의 加工에 관한 많은 研究가 進行되고 있다. Soybean은 꼬투리 속의 종자로써 산출되는데 특히 뿌리에 있는 뿌리혹의 *azotobacter*에 의해서 공기 중의 유리질소

를 고정시켜 단백질을 生合成할 수 있는 능력을 가지며 나쁜 땅에서도 재배할 수 있는 특징을 가지고 있다. 일반적으로 단백질의 食品成分으로서의 가치는 무엇보다도 그가 지니는 영양가 여하에 따라서 좌우된다. 그런데 단백질의 영양가는 다른 영양소와는 달리 그 함량에만 의존하는 것이 아니라 오히려 그 질에 의존한다고 할 수 있다. 다시 말해서 질이 나쁜 단백질은 量的으로 아무리 많아도 단백질로서의 營養

的 구실을 다 할 수 없는 것이다. 따라서 단백질의 질을 살피는 것은 매우 중요한 것이며 이 질은 구성 아미노산의 조성에 의해서 결정된다.

FAO/WHO/UNICEF의 protein advisory group이 지적한 바와 같이 많은 개발도상국가에서 중요한 protein source인 food legume은 저조한 생산성과營養的인 제한을 개선하는 연구가 많이 되어 있지 않으며 이의 成長과 재배에 관한 연구는 꼭 필요하다고 강조한 바 있다.¹⁾ 이로 미루어 보아 無機質이 大豆의 amino acids 組成에 어떠한 영향을 미치는가를 조사하기 위해 本實驗을 시도하였다.

材料 및 方法

1. 材 料

영남대학교 원예학과에서 재배한 한국 재래종 大豆

를 균일한 것으로 선택하여 bermeculite에서 發芽시켜 6月 21日에 移植한 것을 sand culture에 의해 재배하였다.

Mineral solution은 Homes, Homes and Shoor와 Chung²⁾ 등이 이미 수종의 有用한 特用作物에 적용하고 있는 방법에 따라 無機營養素(NO₃⁻, SO₄⁻², PO₄⁻³, Mg⁺⁺, K⁺, Ca⁺⁺)의 組成을 달리한 배양액으로 재배하였다.

2. Sand culture

4 litre 용량의 plastic pot에 精製한 海砂(酸 및 alkali 용액으로 충분히 세척하여 증류수로 다시 세척 精製한 것) 약 4 kg을 넣고 1 pot 당 1 포기씩의 soy-bean을 심고 재배하는 동안 일주일에 2회에 걸쳐서 major element solution(Table 1) 50 ml와 minor element solution(Table 2) 5 ml를 供給하였고 증

Table 1. Concentration of total ions 1000 meq. (3000 meq. in 10 liter of distilled water) in each treatment, A/C=1.083.

treatments		NO ₃ ⁻	SO ₄ ⁻²	PO ₄ ⁻³	K ⁺	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺
NS	1	0	415.9	104.0	200.2	200.2	79.7
NS	2	104.0	311.9	104.0	200.2	200.2	79.7
NS	3	208.0	208.0	104.0	200.2	200.2	79.7
NS	4	311.9	104.0	104.0	200.2	200.2	79.7
NS	5	415.9	0	104.0	200.2	200.2	79.7
NP	6	52.0	104.0	415.9	200.2	200.2	79.7
NP	7	104.0	104.0	311.9	200.2	200.2	79.7
NP	8	208.0	104.0	208.0	200.2	200.2	79.7
NP	9	311.9	104.0	104.0	200.2	200.2	79.7
NP	10	415.9	104.0	52.0	200.2	200.2	79.7
KCa	11	359.8	80.1	80.1	0	384.1	96.0
KCa	12	359.8	80.1	80.1	96.0	288.0	96.0
KCa	13	359.8	80.1	80.1	192.0	192.0	96.0
KCa	14	359.8	80.1	80.1	288.0	96.0	96.0
KCa	15	359.8	80.1	80.1	384.1	0	96.0
KMg	16	359.8	80.1	80.1	0	96.0	384.1
KMg	17	359.8	80.1	80.1	96.0	96.0	288.0
KMg	18	359.8	80.1	80.1	192.0	96.0	192.0
KMg	19	359.8	80.1	80.1	288.0	96.0	96.0
KMg	20	359.8	80.1	80.1	384.1	96.0	0
Control		0	0	0	0	0	0

Table 2. Concentration of minor element solution

element	final concentration ppm
Mn	0.11
Fe	1.12
Mo	0.05
Cu	0.032
B	0.27
Zn	0.131
Cl	1.77

류수만을 공급하여 재배한 것을 control로 하여 比較 시험하였다.

3. Amino acid 可檢液 調製

수확後 deep freezing한 sample(-60°C)을 60°C에서 3일간 건조시킨 후 마쇄한 sample 0.125g을 取하여 screw-cap culture tube(1.5 cm × 15 cm)에 넣은 후 6 N HCl 10 ml를 加하고 145°C에서 4시간 가열하여 hydrolysis시켰다. Hydrolyzed sample은 flash evaporator(at 40°C)를 使用, 건조가 되지 않을 정도로 HCl을 제거하여 10% iso-propyl alcohol 10 ml에 용해시켜 TLC에 spot한 sample로 使用하였다.⁵⁾

4. TLC plate 調製

Silica gel과 H₂O(1:2)로 혼합하여 0.03 mm로 coating한 후 活性化시켰으며 一次전개용매는 n-BuOH:HAc:H₂O(8:2:2)를 使用하였으며, 二次전개용매는 96% EtOH:H₂O(7:3)를 使用하였다.

5. Amino acids 定量⁶⁾

TLC plate를 전개 후 건조시켜 0.2% ninhydrin 溶液을 분무한 후 80~90°C의 drying oven에서 건조시켜 發色시켰다. 同一 조건에서 전개·발색시킨 standard amino acids의 R_f value에 따라 각 sample을 同定하였다. Amino acid의 定量은 發色한 spot을 주의하여 취한 후 distilled water 5 ml를 加하여 boiling water bath에서 30分間 가열한 후 냉각하여 Spectrophotometer(Perkin-Elmer, Kill)를 使用하여 520 nm에서 optical density를 測定하였으며 blank는 發色되지 않은 silica gel을 거의

같은 面積을 取하여 同一한 조건으로 처리하였다.

結果 및 考察

Fig. 1에서 나타난 것은 cation의 量이 일정할 때 N과 S를 변화시킨 것인데 NS 1 group 즉 N이 결핍하였을 때는 大豆가 成長에 상당히 害를 가져왔으며 NS 2와 NS 3 group은 control이 거의 비슷한 成長양상을 나타내었다.

NS 5 group에서 나타난 바와 같이 anion 중 NO₃⁻가 SO₄⁻보다 成長에 보다 더 有效하다는 것을 알 수

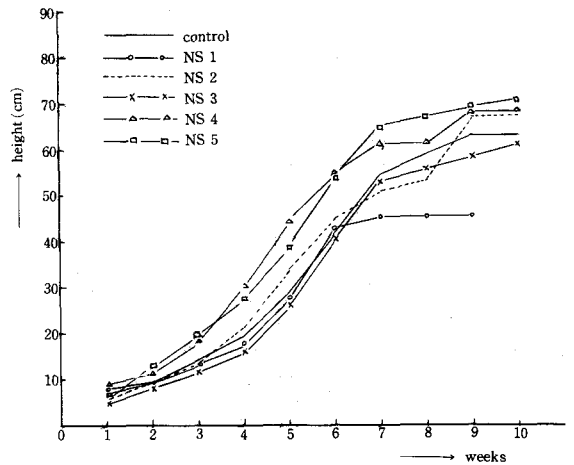


Fig. 1. Effect of N and S on the growth of soybean.

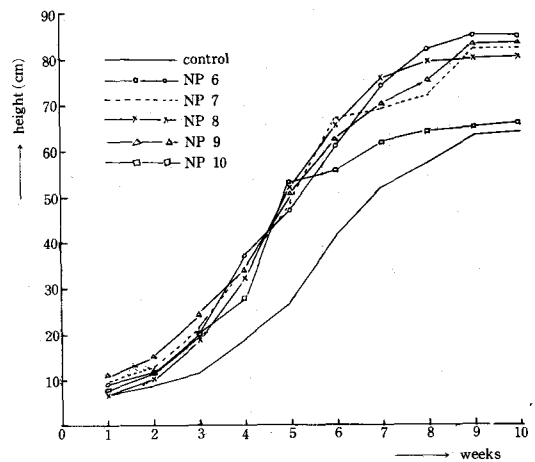


Fig. 2. Effect of N and P on the growth of soybean.

있다. S가 일정할 때(Fig. 2) 大豆의 草丈의 성장에는 P가 더 有效하다는 것을 알 수 있으며 Fig. 1과 Fig. 2를 比較해 보면 大豆의 成長에는 S의 영향보다 P가 더 많은 영향이 있음을 볼 수 있다.

Fig. 3에 있어서는 anion이 일정할 때 K와 Ca의 量에 따라 成長에 미친 結果를 나타낸 것인데 Mg

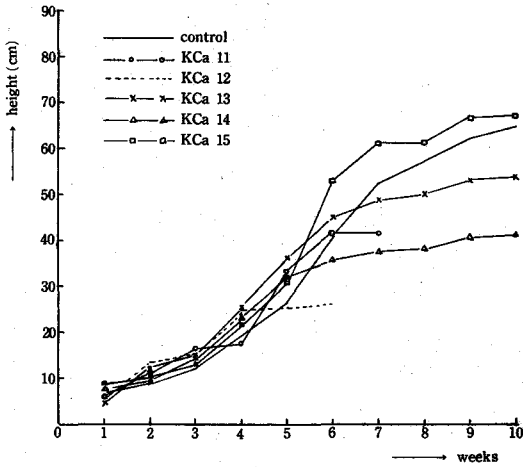


Fig. 3. Effect of K and Ca on the growth of soybean.

anion이 일정할 때 K가 Ca보다 成長에 더 有效하며 Ca의 量이 많을 때 K 11과 K 12 group에서 보는 바와 같이 Ca가 K보다 成長에 더 많은 toxic 현상을 나타내는 것을 알 수 있다. Anion과 Ca가 일정할 때(Fig. 4) Mg보다 K가 成長에 더 要求됨을 알 수 있으며 KCa 15와 KMg 16을 比較해 보

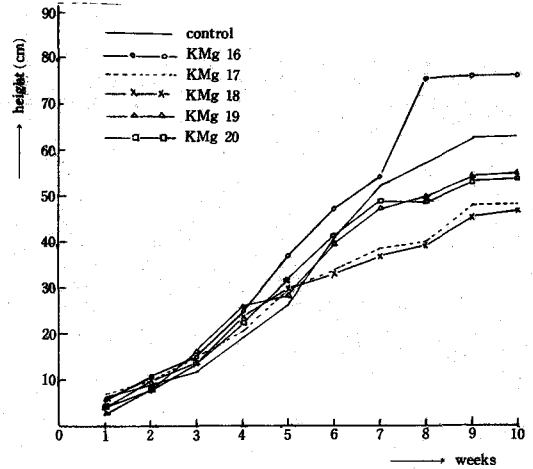


Fig. 4. Effect of K and Mg on the growth of soybean.

Table 3. Concentration of acid-hydrolyzed amino acids(in percent based on dry weight) in soybeans affected by anions

treatments amino acids	control	NS 2	NS 3	NS 4	NS 5	NP 6	NP 7	NP 8	NP. 9	NP 10
leucine	1.62	1.75	2.44	1.62	2.41	1.68	1.73	2.71	1.99	1.70
valine	1.84	2.49	2.64	2.11	3.08	2.25	1.80	2.49	2.89	2.50
alanine	1.60	1.42	1.21	1.33	1.77	1.75	1.05	1.37	1.26	1.45
glutamic acid	1.21	1.89	1.18	1.27	1.62	1.41	1.62	1.26	1.60	1.10
aspartic acid	2.43	1.15	-	-	-	-	-	-	-	-
lysine	1.92	+	+	-	+	-	+	+	+	+
methionine	1.45	1.81	1.48	1.35	3.08	1.94	1.48	2.60	2.55	1.60
tyrosine	1.18	1.27	1.09	1.05	1.04	1.04	1.15	1.25	1.42	1.20
proline	1.16	-	-	-	-	-	-	-	-	-
cystine	2.16	-	1.40	-	1.30	-	-	-	-	-
histidine	1.39	1.33	-	-	-	-	-	-	-	-
total	17.96	13.11	11.44	8.73	14.30	10.07	8.83	11.68	11.71	9.55

Note : - indicates "not detected"

+ indicates presence in trace amount.

면 Mg 가 Ca 보다 成長에 더 필요함을 나타내고 있다. 이로 미루어보아 N 이 적은데도 成長이 잘 되었다는 것은 大豆의 뿌리혹에 存在하는 뿌리혹 bacteria 와의 symbiosis 관계에 있어 N 을 이용할 수 있는 能力이 있기 때문인 것으로 思料된다.

Table 3 은 anion 이 大豆의 amino acid 조성에 미치는 영향을 나타낸 것인데 本實驗에서는 HCl 로 加水分解된 amino acids 만 검토하였다. 일반적으로 NS group 이나 NP group 에서 control 보다 amino acid 의 총량이 감소되는 현상을 나타내었는데 NS 1 group 은 成長이 되지 않았으므로 amino acid 의 分析이 불가능하였다.

Amino acids 중 proline, cystine, aspartic acid, lysine 과 histidine 은 NS 와 NP group 에서 검출되지 않았으며 다만 NS 5 group 에서만 methionine 과

valine 이 증가된 현상을 나타내었다. 특히 NS 5 group 에서 다른 group 에 비해 amino acid 의 量이 많은 것은 이의 成長度와 一致함을 알 수 있다.

Cation 이 amino acid 組成에 미치는 영향을 보면 (Table 4) anion 의 영향과 비슷하게 proline, cystine, aspartic acid, lysine 과 histidine 이 모든 group 에서 검출되지 않았으며 그 外의 amino acid 는 control 과 거의 비슷한 含量을 나타내었다. 여기서도 KCa 13 과 KMg 17 그리고 KMg 19 group 은 비교적 높은 含量을 나타내었는데 이 역시 成長度와 일치함이 나타났다.

以上으로 미루어보아 배양액의 조성에 따라 大豆의 成長과 아미노산 組成의 최적조건을 찾는 것을 시도하였으나 本實驗에서는 마늘에서 使用한 조건²⁾으로 는 이의 최적조건이 나타나지 않았다.

Table 4. Concentration of acid-hydrolyzed amino acids (in percent based on dry weight) in soybeans affected by cations.

treatments amino acids	control	KCa 13	KCa 14	KMg 16	KMg 17	KMg 18	KMg 19	KMg 20
leucine	1.62	1.85	1.61	1.48	1.68	2.30	1.77	1.73
valine	1.84	2.54	2.42	1.68	2.83	2.49	1.95	2.29
alanine	1.60	1.32	1.12	1.58	1.17	1.28	1.28	1.21
glutamic acid	1.21	1.55	-	1.96	1.38	+	1.54	1.61
aspartic acid	2.43	-	-	-	-	+	1.12	-
lysine	1.92	+	+	+	+	+	+	+
methionine	1.45	2.01	2.10	1.64	2.39	1.64	1.43	1.53
tyrosine	1.18	1.29	-	+	1.10	+	1.15	1.17
proline	1.16	-	-	-	-	-	-	-
cystine	2.16	-	-	-	+	-	-	-
histidine	1.39	-	-	-	-	-	-	-
total	17.96	10.56	7.15	8.34	10.55	7.71	10.24	9.54

Note : - indicates "not detected"
+ indicates presence in trace amount.

References

1) Anon., 1973. Statement No. 22 on Upgrading Human Nutrition through the Improvement of Food Legumes. PAG Bulletin 3(2) : 1
2) 曹秀悅·李盛雨·鄭時鍊·李瑯雨, 1973. 無機

質이 마늘의 成長 및 成分에 미치는 영향, Jour. Kor. Soc. Hort. Sci. vol. 13 : 9

3) Chung, S. R. 1971. The Influence of Various Mineral Nutrient Solutions on Growth and Alkaloid Synthesis in Solanaceae. Ph. D. Thesis. Univ. of Brussels. 1~163

4) 한국식품과학회, 1971. 한국식품 연구문헌 총람 pp. 71~89

5) McKeller, R. L. and R. E. Kohrman, 1975. Amino Acid Composition of the Morel Mushroom

ms. J. Agr. Food Chem. 23(3) : 464

6) Stahl, E. 1973. Thin-Layer Chromatography pp. 730~746. George Allen & Unwin Ltd. London.