

## 水稻 高蛋白 系統育成을 爲한 基礎的 研究

### Ⅲ. 窒素, 磷酸, 加里의 施用이 米粒內 蛋白質 含量에 미치는 影響

許 文 會 · 金 光 鎬 · 徐 學 洙  
서울대학교 농과대학

### Basic Studies for the Breeding of High Protein Rice

#### Ⅲ. Effect of nitrogen, phosphorus and potassium fertilizers on the protein content in rice kernels

*Mun Hue HEU, Kwang Ho KIM and Hak Soo SUH*  
*College of Agriculture, S.N.U.*

#### Abstract

An experiment was conducted under different N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> and K<sub>2</sub>O fertilizer levels to study the environmental effects on protein content in rice kernels. Protein content in rice kernels was mostly affected by N-fertilizer, and weakly affected by P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> and K<sub>2</sub>O fertilizers. High or low nitrogen level was not necessarily required to detect high protein lines. 20% selection among the total tested lines would be enough, at any level of N-fertilizer, to maintain genetically high protein lines.

玄米中の 蛋白質含量은 同一品種에 있어서도 栽培 環境에 따라서 絶對量으로 6%의 差異를 나타내는 경우가 있어<sup>(6)</sup> 高蛋白系統選拔時에는 環境變異와 遺傳變異를 나누어 생각하여야 한다. 벼의 蛋白質含量에 影響을 주는 環境要因으로는 栽培時期, 栽植密度 土壤條件, 施肥量, 施肥方法 및 化學藥劑等이 있는데<sup>(1,3,4,5,9)</sup> 特히 窒素肥料의 施用量 및 施用方法에 따른 變異가 크다는데 對해서는 많은 報告<sup>(2,6,7,10,11,14)</sup>가 이루어졌으며 磷酸<sup>(7,13)</sup> 및 加里<sup>(6,7,13)</sup>의 影響은 적다고 한다.

이와같은 環境變異中 系統圃場에서 窒素 磷酸 및 加里肥料에 依한 蛋白質 含量의 變異를 追求하여 實際 高蛋白系統을 育成할 때 選拔效率를 높일수 있는 方

法을 모색하고지 本試驗을 實施하여 약간의 結果를 얻었으므로 여기에 報告한다.

#### 材料 및 方法

實驗 I : 窒素施用量에 따라 나타나는 米粒內 蛋白質含量의 變異가 系統에 따라 다르게 나타나는가 를 알아 보기 爲하여 振興外 系統 및 品種을 供試하여 4月25日 播種, 6月5日에 移秧하고 栽培距離를 30×15cm, 株當 2本植하였다. 施肥量 및 施肥方法은 Table 1 및 2와 같은데 窒素水準에 따라서 磷酸 및 加里肥料量을 달리해주었고 窒素 및 加里는 5回分施, 磷酸은 全量 基肥로 施用하였다. 其他 栽培方法은 本大學 實驗農場의 慣行法에 準하였다.

**Table 1. Fertilizer levels (kg/10a)**

Treatment	N <sub>0</sub>	N <sub>1</sub>	N <sub>2</sub>	N <sub>3</sub>	N <sub>4</sub>
Fertilizer					
N	0	7.5	15.0	22.5	30.0
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0	7.5	7.5	15.0	15.0
K <sub>2</sub> O	0	7.5	15.0	22.5	30.0

**Table 2. Date of N and K<sub>2</sub>O application**

Date	June 4	June 15	July 15	Aug. 5	Aug. 25	Total
Percent	30	15	20	20	15	100

實驗Ⅱ : 永年肥料試驗區에서 N, P, K의 施用이 米粒內 蛋白質含量에 미치는 影響을 알아보기 爲하여 實驗Ⅱ를 實施하였다. 實驗Ⅱ에서는 實驗Ⅰ에서 選拔된 高蛋白系統 IR 781-B<sub>4</sub>-351-3-2-2, IR 667-98-2-1-2 그리고 統一과 低蛋白品種인 振興을 供試하였다. 試驗이 實施된 年은 1965년에 設置한 永年肥料試驗區로서 三要素區, 無窒素區, 無磷酸區, 無加里區, 無肥料區의 5個試驗區가 있으며 三要素區의 施肥量은 N-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-K<sub>2</sub>O=8-8-8kg/10a 水準이었고 窒素肥料는 基肥:追肥=5:5의 比率로 2回追肥하였으며 磷酸 및 加里는 全量 基肥로 施用하였다. 播種은 4月 25日에 移秧은 6月 8日에 하였으며 栽植距離는 30×15cm로 1株 3本植하였고 圃場配置는 亂塊法 3反復으로 하였다.

實驗Ⅲ : 磷酸과 加里肥料의 施用이 米粒內 蛋白質含量에 미치는 影響을 알아보기 爲하여 實驗Ⅱ에 供試되었던 4品種 및 系統을 供試하여 4月 25日 播種, 6月 3日에 移秧하였으며 이때 栽植距離는 30×15cm, 1株 3本植하였다. 窒素施用量은 10a當12kg으로 固定하고 磷酸 및 加里施用量을 各各 0, 12, 24 kg/10a의 3水準을 두어 總 9處理가 되도록 하였으며 磷酸과 加里肥料는 全量 基肥로 窒素肥料는 基肥:追肥=4:6의 比率로 3回 追肥하였다. 圃場配置는 亂塊法 3反復으로 하였다.

以上 3個 試驗에서 얻어진 蛋白質含量은 Micro Kjeldahl法으로 玄米內 N含量을 定量하여 5.95倍한 數値로 表示하였다.

**結果 및 考察**

**1. 窒素施用量에 따른 蛋白質含量의 變異**

窒素施用量을 增加시키면 蛋白質含量이 增加된다는 報告는 많은데 (4,5) 本 試驗에서도 系統 및 品種의

蛋白質 含量 平均이 窒素施用量의 增加에 따라 거의 直線의으로 높아졌고 同一 窒素水準內에서 系統間 蛋白質含量의 變異도 窒素施用量이 많아질 수록 커졌다. (Table 3 Fig. 1)

**Table 3. Means and Standard Deviations of Protein Content of Different Nitrogen Levels**

Nitrogen Level	N-0	N-7.5 kg/10a	N-15 kg/10a	N-22.5 kg/10a	N-30 kg/10a
No. of Lines	37	37	37	36	36
Mean (%)	7,145	8,350	9,197	10,320	10,724
Standard Deviation	0.585	0.675	0.808	0.897	0.955

또 各 系統 및 品種別로 窒素施用量과 蛋白質含量의 變異樣相을 보면 Table 4에서와 같이 無窒素區에서 N-30kg/10a水準까지 蛋白質 含量이 계속 增加하는 것이 23系統이었고 N-22.5kg/10a水準과 30kg/10a水準에서 蛋白質含量이 비슷한 것이 7系統, 그리고 N-30kg/10a水準에서 蛋白質含量이 減少하는 것이 6系統으로서 系統 및 品種에 따라서 蛋白質含量의 窒素肥料에 對한 反應程度가 다르게 나타남을 알수 있었다. 이와 똑같은 結果를 Fig. 1에서도 볼수 있는데 窒素施用量別로 蛋白質含量의 系統間 順位가 크게 바뀌고 있어 蛋白質含量에 對한 窒素質肥料의 影響이 큰 것을 알수 있으며 따라서 高蛋白系統을 選拔할때 이와같은 環境變異를 감안하여야 함을 알수 있다. 이와같이 實際選拔上의 問題를 다루기 爲해서 供試한 系統 및 品種의 各 窒素水準에서 보여준 蛋白質含量을 參照하여 低蛋白 및 高蛋白系統을 各各 4系統씩 選拔하여 이들 系統들의 最低 및 最高蛋白質含量을 나타내는 窒素水準과 最低 및 最高의 差를 나타낸 것이 Table 5인데 高蛋白系統群의 窒素施用量에 따른 蛋白質含量의 最高, 最低差異가 低蛋白系統群보다 컸으며 無窒素區에서 低蛋白 및 高蛋白系統群間의 蛋白質含量差異가 窒素多量施用區보다, 적었다. 이 結果로 보면 窒素水準에 따른 系統 및 品種의 蛋白質含量變異는 遺傳的인 基盤위에서 일어나고 있으며 窒素水準이 높은 條件에서 系統 및 品種間 差異가 確實해짐을 알수 있다. Table 6은 供試된 37系統中各 窒素水準에서 蛋白質含量이 높은 系統을 25%씩 選拔한 것인데 各 窒素水準에서 系統間 蛋白質含量 順位가 매우 불규칙하게 變하고 있음을 알수 있다. 그러나 어떤 窒素水準에서고 대체로 20%程度의 高蛋白系統을 選拔한다면 5%程度의 遺傳的으로 蛋白

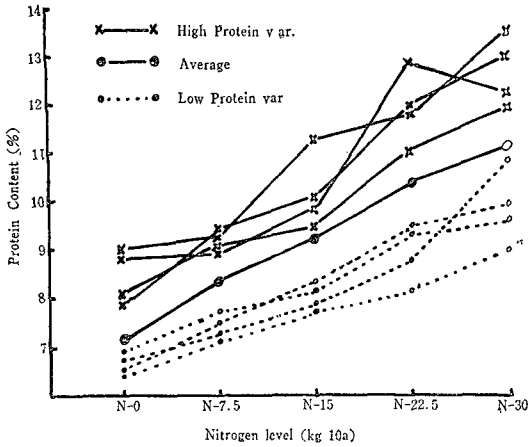


Fig. 1. Protein content of high and low protein varieties at different nitrogen level.

Table 4. Varietal response of protein content along increase of nitrogen level

Varietal response	$N_0 < N_1 < N_2 < N_3 < N_4$	$N_0 < N_1 < N_2 < N_3 = N_4$	$N_0 < N_1 < N_2 < N_3 < N_4$	Total No.
No. of lines	23	7	6	36

Table 5. Range of protein content variation of the high and low protein varieties

Group	Line No.	Minimum P.C.		Maximum P.C.		Range
		N-level	P.C.	N-level	P.C.	
Low protein group	7	N-0	6.74%	N-30	11.00%	4.26%
	13	N-0	6.93	N-30	9.48	2.55
	34	N-0	6.44	N-30	8.89	2.45
	37	N-0	6.51	N-30	9.79	3.28
	Mean			6.66		9.79
High protein group	1	N-0	8.01	N-30	11.83	3.82
	29	N-0	7.87	N-30	12.87	5.00
	30	N-0	8.79	N-22.5	12.75	3.96
	33	N-0	8.96	N-30	13.40	4.44
	Mean			8.41		12.71

Table 6. Top ranking high protein lines at different N-levels

Rank	Line No.					Selection intensity				
	N-0	N-7.5	N-15	N-22.5	N-30					
1.	33	10	33	30	33	5	10	15	20	25
2.	30	29	9	29	29	%	%	%	%	%
3.	1	4	30	33	30					
4.	9	3	12	10	1					
5.	29	33	8	3	3					
6.	28	15	29	9	19					
7.	36	32	10	8	28					
8.	25	1	5	1	24					
9.	27	8	21	28	25					

質含量이 높은 시스템이 각窒素水準에서 빠지지 않고 選拔될 수 있었다.

以上の結果를 綜合하면 系統間 蛋白質含量의 差異는 어떤 窒素水準에서든 顯著히 나타나고 있으며 特別히 窒素多量 施用區에서 系統間 差異가 가장 커서 高蛋白系統選拔은 높은 窒素水準에서 實施하는 것이 有利할 것으로 判斷되었고 窒素施用量에 따른 系統間蛋白質 含量의 變異樣相이 크게 다른點을 考慮하여 全系統中 20%程度의 高蛋白系統을 選拔한다면 遺傳的으로 蛋白質含量이 높은 系統이 選拔될 수 있으리라고 생각되었다.

## 2. 窒素 磷酸 및 加里肥料의 施用이 蛋白質含量에 미치는 影響

9年間 계속된 三要素肥料試驗區에서 栽培된 벼의 玄米內 蛋白質含量은 Fig. 2에 表示된 바와 같다. 肥

料三要素中 窒素 및 磷酸은 蛋白質의 構成元素로 作用하고 있기 때문에 窒素 및 磷酸이 不足되면 蛋白質合成이 不良해진다는 報告<sup>(7)</sup>가 있는데 本 試驗에서는 三要素 施用區에 比하여 無肥料區 및 無窒素區의 蛋白質含量이 完全區에 比하여 80~85%程度였고 無磷酸區 및 無加里區에서는 90%以上이었다. 그리고 無窒素區와 無肥料區 또 無磷酸區와 無加里區間에 蛋白質含量의 差異가 적고 三要素區와 無磷酸區, 無加里區間에 差異가 적은것으로 보면 蛋白質含量에 關與하는 肥料要因으로는 窒素成分의 影響이 가장 큰 것으로 생각되었다.

Honjo<sup>(7)</sup>에 依하면 磷酸成分不足에 依한 蛋白質含量의 變異가 窒素의 경우와 비슷하다고 하였지만 다른 報告<sup>(13)</sup>에 依하면 磷酸 및 加里의 影響이 적다고 하였는데 實際로는 土壤에서 磷酸缺乏現象이 뚜렷하지 않는 限 磷酸無施用에 依한 蛋白質含量의 變異는 極히 적은것으로 생각되며 加里肥料의 影響은 既存의 報告<sup>(6,7,13)</sup>와 같이 아주 미미하였다.

### 3. 磷酸 및 加里肥料施用量에 따른 蛋白質含量의 變異

實驗 II에서는 이미 土壤中 化學成分의 差異가 確

認된 試驗區에서 窒素, 磷酸, 加里의 影響을 檢討하였고 本 試驗에서는 土壤肥沃도가 普通程度이고 均一한 圃場에서 磷酸 및 加里肥料의 施用量을 달리했을

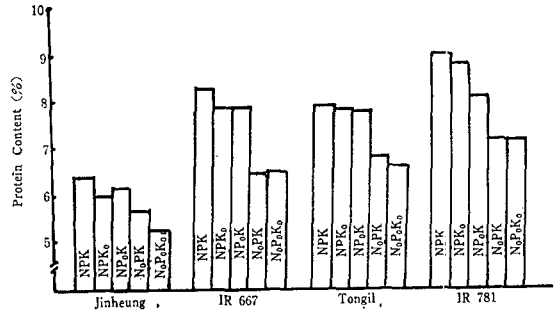


Fig. 2. Protein content of low and high protein varieties grown at different fertilizer plot

매의 結果인데 Fig. 3에서 보는 바와 같이 供試한 低蛋白質品種이나 高蛋白質系統이 모두 비슷한 傾向으로 磷酸 및 加里肥料施用量에 따른 蛋白質含量의 變異는 極히 적었으며 그 變異樣相도 一定하지 않았다. 以上

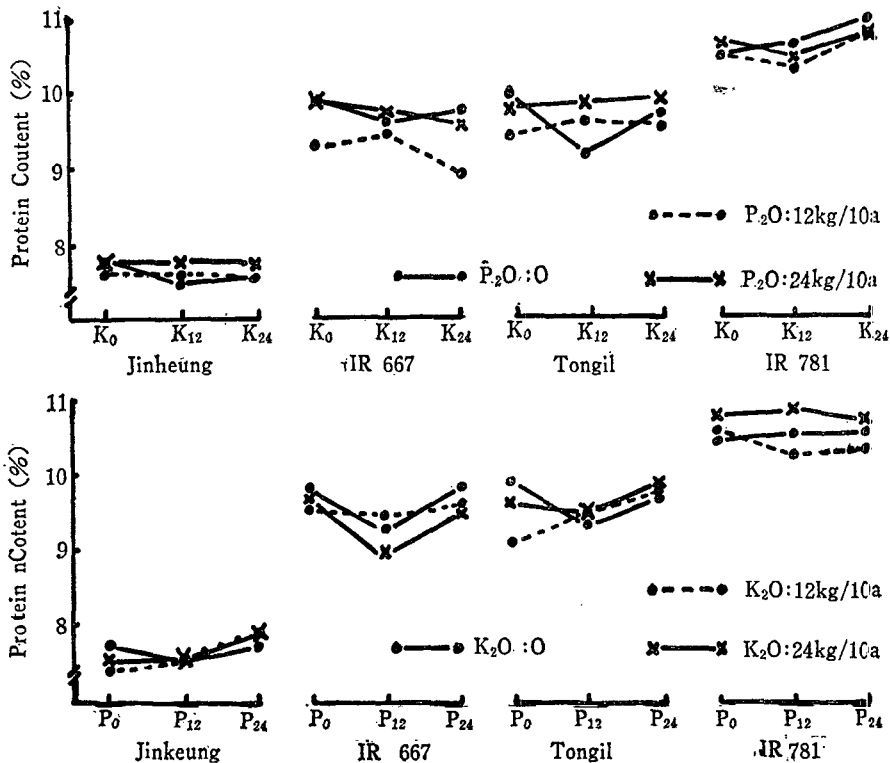


Fig. 3. Variation of protein content as affected by phosphorus and potassium.

實驗 II와 III의 結果를 綜合해 보면 蛋白質含量에 가장 크게 影響을 주는 肥料成分은 窒素이며 磷酸 및 加里의 影響은 極히 적었는데 供試한 低蛋白 또는 高蛋白系統이 모두 같은 傾向을 보이고 있어 實際 高蛋白系統을 選拔할 때는 磷酸 및 加里肥料에 依한 變異는 考慮하지 않아도 좋을 것으로 判斷되었다.

### 摘 要

窒素, 磷酸 및 加里肥料 施用量에 따른 蛋白質含量의 變異를 追求하여 高蛋白系統育成時 選拔効率을 높이고저 系統圃場에서 窒素施用量을 달리한 경우와 低蛋白 및 高蛋白系統을 三要素永年肥料試驗區와 磷酸 및 加里施用量을 달리한 圃場에 栽培하여 玄米內蛋白質含量變異를 檢討하였다.

1. 窒素施用量을 增加시켜 畝에 따라서 玄米內蛋白質含量은 거의 直線的으로 增加하였으나 系統에 따라 變異樣相의 差異가 있었다.
2. 系統間蛋白質含量의 變異는 窒素施用量을 增加시키에 따라 커졌고 低蛋白系統群에 比하여 高蛋白系統群의 窒素施用量에 따른 變異가 더 컸다.
3. 窒素肥料施用量에 따른 蛋白質含量의 變異樣相이 系統間에 差異가 큰 것을 考慮하여 全系統中20%程度의 高蛋白系統을 選拔하던 遺傳的으로 蛋白質含量이 높은 系統을 安全하게 選拔할 수 있다.
4. 實際 土壤에서 肥料의 三要素中 蛋白質含量에 가장 크게 影響을 주는 것은 窒素成分이며 磷酸 및 加里肥料의 影響은 아주 적었다.
5. 磷酸 및 加里肥料 施用量에 따른 蛋白質含量의 變異는 極히 적었다. 따라서 高蛋白系統選拔時 磷酸 및 加里肥料에 依한 環境變異는 考慮하지 않아도 좋을 것이다.

### 引用 文 獻

1. Beachell, H.M., G.S. Khush and B.O. Juliano. 1972. Breeding for high protein content in rice. Rice Breeding. IRRI:419
2. Campbell, A.R. and R.C. Pickett. 1968. Effect of nitrogen fertilization on protein quality and quantity and certain other Characteristics of 19 strains of sorghum bicolor (L.) Moench. Crop Sci. 8:545
3. De Datta, S.K., W.N. Oboemea and R.K. Jana. 1972. Protein content of rice grain as affected by nitrogen fertilizer and some triazines and

- substituted ureas. Agron. J. 64(6):785
4. Heu, M.H. et al. 1969. Variability of protein content in rice grown at several different environments. J. Korean Soc. Crop Sci. 7:79
5. Heu, M.H. et al. and S.Z.Park. 1973. Basic studies for the breeding of high protein rice. II. Changes of nitrogen content in the leaf, culm and brown rice during ripening Period. J. Korean Soc. Crop Sci. 13:69.
6. Hojjati, S.M. and M. Maleki. 1972. Effect of potassium and nitrogen fertilization on lysine, methionine, and total protein contents of wheat grain, Triticum aestivum L. em. Thell. Agron. J. 94(1):46
7. Honjo, K. 1971. Studies on protein content in rice grain. II. Effect of the fertilization on protein content and protein production in Paddy grain. Proc. Crop Sci. Soc. Japan 40(2):190-196
8. Juliano, B.O. 1972. Physicochemical properties of starch and protein in relation to grain quality and nutritional value of rice. Rice Breeding (IRRI):389.
9. Kido, M. and S.Yanatori. 1968. Studies on the influence of cultural conditions to rice quality, especially amount of protein content in rice kernel. Proc. Crop Sci. Soc. Japan 37:32
10. Nagato, K., M. Ebata and M. Ishikawa. 1972. Protein contents of developing and mature rice grain. Proc. Crop. Sci. Soc. Japan 41:472.
11. Prince, A.B. 1954. Effects of nitrogen fertilization, plant spacing and variety on the protein composition of corn. Agron. J. 46:185
12. Seth, J., T.T. Hebert, and G.K. Middleton. 1960. Nitrogen utilization in high and low protein wheat varieties. Agron. J. 52:207
13. Taria, H. 1970. Effects of fertilization on protein content in high yield rice. proc. crop. Sci. Soc. Japan 39(2):200
14. Zuber, M.S., G.E. Smith and C.W. Gehrke. 1954. Crude protein of corn grain and stover as influenced by different hybrids, plant populations, and N-levels. Agron. J. 46:257.

## SUMMARY

To improve the selection efficiency in breeding of high protein rice variety, variations of protein content in rice kernels were studied under different nitrogen, phosphorus and potassium levels in the long-term fertilizer test plots with low and high protein lines and varieties. The results are summarized as follows;

1. Protein content in rice kernels was increased almost linearly along the heavier nitrogen application. However, different trends of variations in the protein content of the kernels were found between the lines.
2. Variation of protein content among lines was increased at the higher nitrogen levels. Protein content of high protein lines under different nitrogen levels showed wider variation than those of low protein lines.
3. If we select high protein lines by 20 percent among total tested lines, because of the large variation of protein content by different nitrogen levels, we might not lose genetically high protein lines.
4. Protein content in rice kernels was mostly affected by nitrogen fertilizer, and weakly affected by phosphorus and potassium fertilizers.
5. Variations of protein content affected by the different levels of phosphorus and potassium were negligible. Therefore, the influence of the application of phosphorus and potassium fertilizers would not need consider in the selection of high protein lines.