

## 水稻 高蛋白系統 育成을 爲한 基礎的 研究

V. 播種 및 收穫時期가 쌀의 Amylose 및  
蛋白質含量에 미치는 影響

文 憲 八 · 許 文 會

서울大學校 農科大學

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

V. Effect of planting and harvesting date on the  
amylose and protein content in rice grain

Huhn-Pal Moon and Mun-Hue, Heu

College of Agriculture, Seoul National University

#### ABSTRACT

In order to obtain the fundamental informations on the variation of protein and amylose content in rice grain, 4 varieties were subjected to the 5 different harvesting with 5 different plantings.

Amylose content in the rice grain were increased by later planting. Protein content of thermo-sensitive rice varieties were decreased while those of photo-sensitive varieties were increased by delayed planting. Interactions among planting date, variety and harvesting date were highly significant for amylose content, but not significant for protein content.

#### 緒 言

水稻의 高蛋白系統 選拔을 爲해서는 雜種集團에서의 個體들의 蛋白質含量의 環境變異가 最少로 되도록 해야하며 또한 우리나라에서는 Amylose含量이 낮은 것이 市場에서 要求되고 있으므로 Amylose含量的 環境變異도 同時에 最少로 되도록 考慮해야 한다. 그런데 Amylose含量은 比較的 環境變異가 적으나<sup>9,8,9</sup> 蛋白質含量은 環境變異가 커서 一般의 所以로 N質施肥量이 많을수록<sup>3,4,5,10</sup> 施肥時期가 늦을수록<sup>2,14</sup> 그리고 短日處理에 依해서<sup>9</sup> 玄米內 蛋白質含量이 높아지는 것으로 알려져있다. 또한 成熟에 支障이 없는 範圍에서는 成

熟이 進前될수록 收穫時期가 늦어질수록 蛋白質含量이 減少한다는 報告도 있다.<sup>13,10</sup> 이에 比하여 Amylose含量은 施肥條件이나 日長에 對한 反應은 比較的 적고<sup>6,15</sup> 氣溫에 對한 反應이 比較的 커서 高溫條件에서 成熟된 쌀은 2~6%의 減少를 招來한다고 報告되어 있다.<sup>9,10,11</sup>

이 報告는 高蛋白系統選拔을 爲하여 系統들을 栽培할 경우 移秧時期 및 成熟時期를 달리하면 同一系統의 蛋白質 및 Amylose含量이 어떻게 反應될 것인가에 關해 調査한 것이다.

#### 材料 및 方法

播種時期 및 收穫時期가 벼의 Amylose 및 蛋白質含量에 미치는 影響을 알기 爲하여 感光性品種과 非感光性品種을 播種 및 收穫時期를 달리하여 米粒內의 Amylose 및 蛋白質含量을 分析 比較하였다.

供試品種은 感光性低蛋白品種인 “振興”, 高蛋白品種인 “IR 1317-89-3”, 非感光性低蛋白品種인 “Rikuto Norin 20”, 高蛋白品種인 “Omirt-39” 였고, 播種時期는 4月 10일부터 15日 間격으로 5回播種하였고, 移秧은 第 1, 2, 3播種期의 것은 42日 苗를 第 4, 5播種期의 것은 各各 35日 苗 30日 苗로 하였으며 栽植距離는 30×15cm, 株當 3本植하였다. 施肥量 및 方法은 N-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-K<sub>2</sub>O=15-10-15kg/10a으로 N는 40%基肥 60%追肥, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>는 全量基肥, K<sub>2</sub>O는 70%基肥, 30%追肥

로 하여 第 3, 4, 5 播種期移秧區는 各各 20, 30, 40% 식 減肥하여 晚植에 따른 施肥量調節을 行했으며 其他 栽培法은 本 大學慣行法에 準했다. 成熟의 進前에 따른 變異를 알기 爲하여 收穫時期를 出穗後 30 日부터 5日 間격으로 5回 收穫하였으며 圃場配置는 分割區配置 3反復으로 하였다.

Amylose含量은 Iodine blue test로 檢定하였고 蛋白質 含量은 Micro Kjeldahl法에 依한 全窒素含量에 5.95를 곱하여 計算하였다.

## 試驗 結果

### 1. 播種時期 및 收穫時期가 Amylose含量에 미치는 影響

1) 播種時期의 影響: 播種時期를 달리 하므로서 쌀의 Amylose含量은 4月 10日 播種에서 21.14%, 4月 25日에서 22.32%, 5月 10日에서 22.87%, 5月 25日에서 23.82% 그리고 6月 9日에서 23.41%로 播種時期가 늦어짐에 따라 增加하였으며(表1), 그 程度는 그림 1에서 보는바와 같이 品種에 따라 달라서 早生

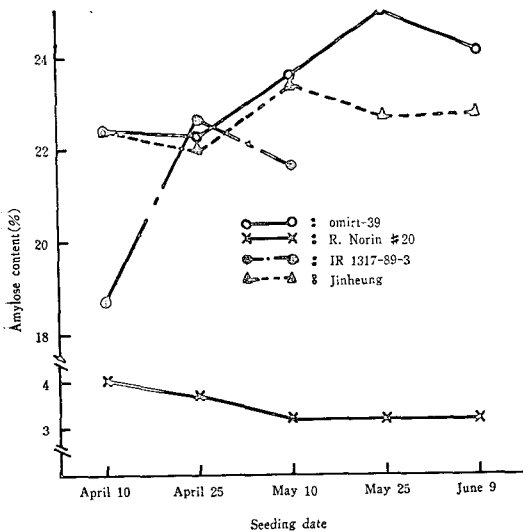


Fig. 1. Changes in amylose content of rice grain as affected by seeding date in four varieties.

種인 Omirt-39에서는 普通期播種에 比해서 晚播됨에 따라 約 1.4~2.7%의 增加를 나타냈고 中晚生種인 IR 1317-89-3은 早播(4月 10日) 되는 境遇에 顯著히 낮아져서 約 4%의 減少를 보였으며 振興에서는 뚜렷한 傾向이 없었다. 단 R. Norin 20은 찰벼이다.

2) 收穫時期의 影響: 收穫時期에 따른 쌀의 Amylose含量의 變異를 나타낸 것이 그림 2인데 여기서 보는 바와 같이 收穫時期에 따른 Amylose含量의 差는 나타나지 않았으며 모든 供試品種에서 같은

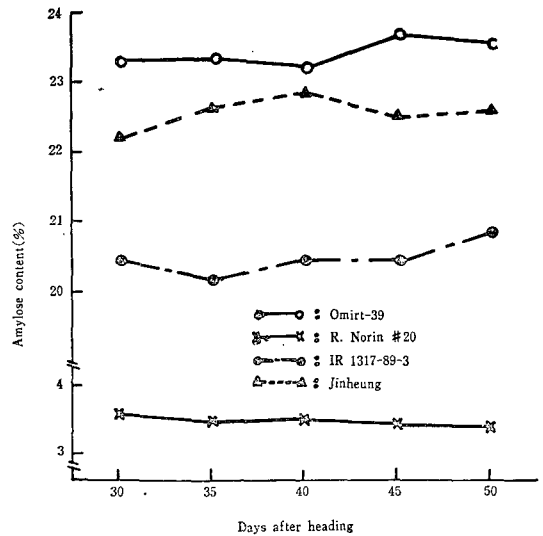


Fig. 2. Changes in amylose content of rice grain as affected by harvesting date in four varieties.

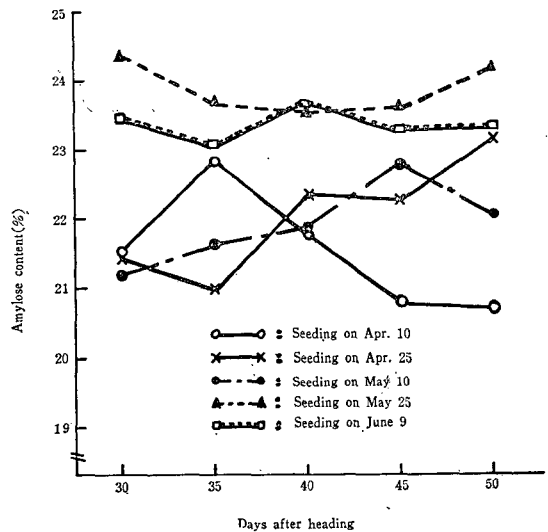


Fig. 3. Changes in amylose content of rice grain as affected by harvesting date on different seeding date.

傾向이었다. 그림 3은 各 播種期別 收穫時期間 變異를 나타낸 것인데, 早播할 境遇에는 收穫時期가 늦을수록 減少되었고 普通에서는 收穫時期가 빠를수록 減少되었다. 이는 播種時期가 빠를수록 出穗가 빨라 지므로 出穗後 30日부터 50日까지 사이에는 登熟期의 氣溫差가 뚜렷하지 못하였기 때문이고 播種期가 늦어질수록 出穗가 늦어져 登熟後期의 低溫의 影響 때문이라 생각된다. 그리고 晚播될 境遇에는 收穫時

**Table 1.** Amylose and protein content of rice grain as affected by seeding date in 4 varieties.

Item	Variety	April 10	April 25	May 10	May 25	June 9	Ave.	LSD (0.05)
Amylose	Omirt-39	22.35	22.25	23.64	24.97	24.08	23.46	0.33
	R. Norin #20	4.04	3.74	3.21	3.19	3.10	3.46	
	IR1317-89-3	18.70	22.69	21.69	—	—	20.33	
	Jinheung	22.37	22.01	23.38	22.67	22.73	22.63	
	Average*	21.14	22.32	22.87	23.82	23.41		
Protein	Omirt-39	13.61	14.19	12.42	10.98	11.32	12.51	0.41
	R. Norin #20	11.48	11.41	10.39	10.14	9.12	10.51	
	IR1317-89-3	10.99	11.96	14.38	—	—	12.44	
	Jinheung	8.26	8.43	9.05	9.06	9.24	8.81	
	Average	11.11	11.23	10.62	10.06	9.89		

\* Average of 3-varieties except R. Norin #20.

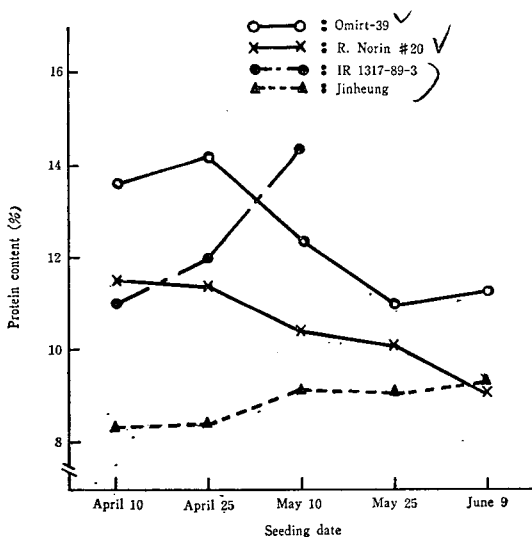
期の差가 나타나지 않았다.

2. 播種時期 및 收穫時期가 蛋白質含量에 미치는 影響

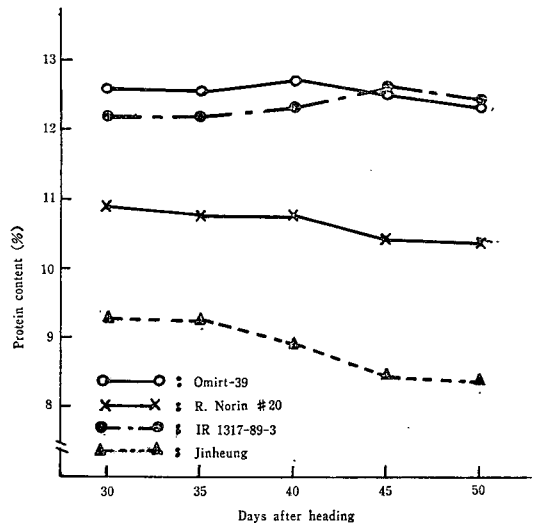
1) 播種時期의 影響; 播種時期가 玄米의 蛋白質含量에 미치는 影響은 表 1에서 보는바와 같이 播種時期가 늦어짐에 따라 減少하여 Amylose含量과 相對的인 關係를 나타내준다. 그러나 品種에 따라 그 反應이 달라서 早生種인 Omirt-39와 R. Norin #20에서는 播種時期가 늦어질수록 減少하였고 中晚生種인 IR1317-89-3과 振興에서는 反對로 播種時期가 늦어질수록 增加하였다. (그림4). 그 增減의 程度는 高

蛋白質種인 Omirt-39와 IR 1317-89-3에서 顯著하여서 低蛋白質種보다 高蛋白質種이 播種時期에 對한 環境變異가 큼을 알수 있었다.

2) 收穫時期의 影響; 收穫時期가 벼의 蛋白質含量에 미치는 影響은 뚜렷하지는 않았으나(그림 5) 品種에 따라 多少 差가 있어서 高蛋白質種인 Omirt-39와 IR 1317-89-3은 收穫時期에 따른 變異가 없었으나, 低蛋白質種인 R. Norin #20과 振興은 收穫時期가 늦어짐에 따라 減少되는 傾向이었으나 有意的인 差異는 나타나지 않았다. 播種時期間에도 早播(4月 10日),



**Fig. 4.** Changes in protein content of rice grain as affected by seeding date in four varieties.



**Fig. 5.** Changes in protein content of rice grain as affected by harvesting date in four varieties.

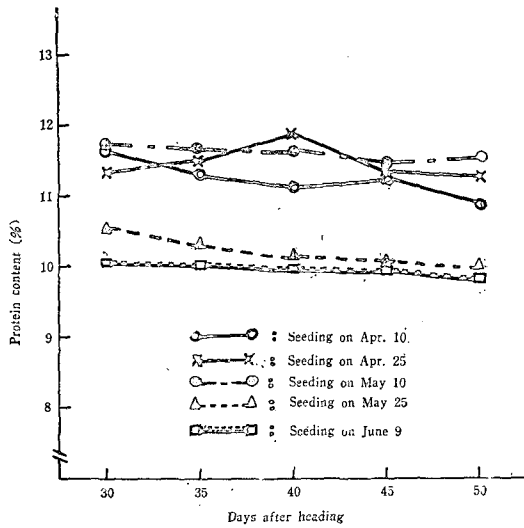


Fig. 6. Changes in protein content of rice grain as affected by harvesting date on different seeding date.

되는 境遇에 收穫時期가 늦을수록 多少 減少되는 傾向이었으나 뚜렷하지는 않았다. (그림 6).

3) 蛋白質收量; 播種時期를 달리함에 따른 벼의 蛋白質收量은 그림 7에서 보는 바와 같이 播種時期가 늦어짐에 따라 顯著히 減少되었으며 特히 感光性程度가 높은 振興에서였다. 이는 그림 8에서 보는바와 같이 播種時期가 늦어짐에 따라 玄米收量이 直線的으로 減少된데 原因이 있으며 이미 報告된 바와같이 蛋白質收量은 玄米收量에 左右됨을 알수 있었다.

4) 蛋白質含量과 其他 形質과의 相關關係; 表 2는 播種時期를 달리했을 때 玄米의 蛋白質收量과 收量關聯形質과의 相關關係를 나타낸 것인데, 穗數와 蛋白質含量, 玄米 1,000粒重과 蛋白質含量은 播種時期에 關係없이 負의 相關이 나타나서 穗數가 많을수록, 그리고 粒重이 무거울수록 玄米內 蛋白質含量이 낮아

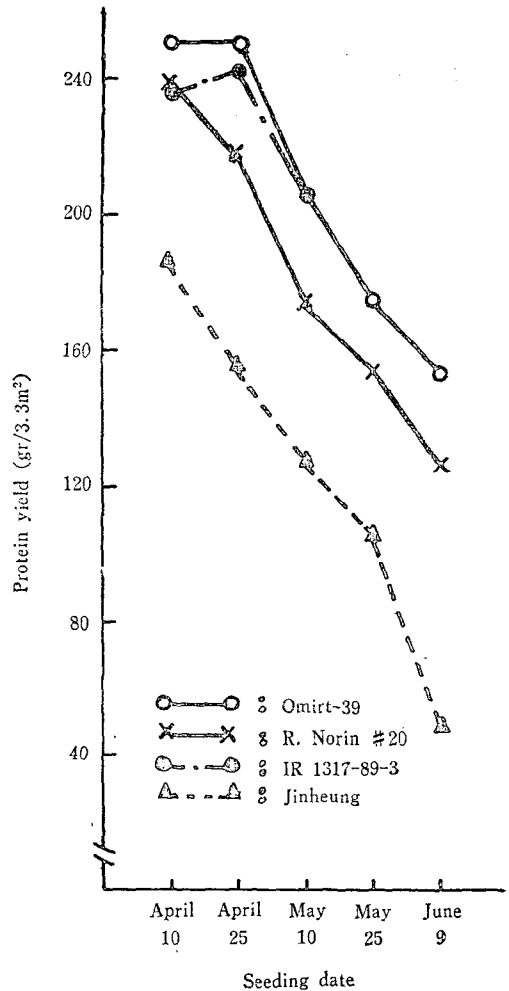


Fig. 7. Changes of protein yield as affected by seeding date in four varieties.

갈수 있었다. 또한 穗當粒數와 蛋白質含量은 大體로 正의 相關, 登熟率과 蛋白質含量과는 播種時期가 늦어짐에 따라 正의 相關이 나타났다. 따라서 晚播

Table 2. Correlation coefficients between protein content, yield and yield component in different seeding date.

Item	Seeding date	No. of panicles	1,000 grs. wt. of brown rice	No. of kernels/panicle	Maturing rate	Yield of brown rice	Protein yield
Protein content	Apr. 10	-0.6786*	-0.9267**	-0.2483	-0.1168	-0.9383**	-0.9663**
	Apr. 25	-0.4858	-0.7767**	0.5875*	0.1166	-0.0608	0.8756
	May 10	-0.2757	-0.0071	0.6943*	-0.4839	-0.0573	0.8302**
	May 25	-0.7645*	-0.4129	0.4449	0.8652**	0.9377**	0.9801**
	June 9	-0.5693	-0.9677**	-0.5058	0.6306 <sup>NS</sup>	0.4205	0.6541 <sup>NS</sup>

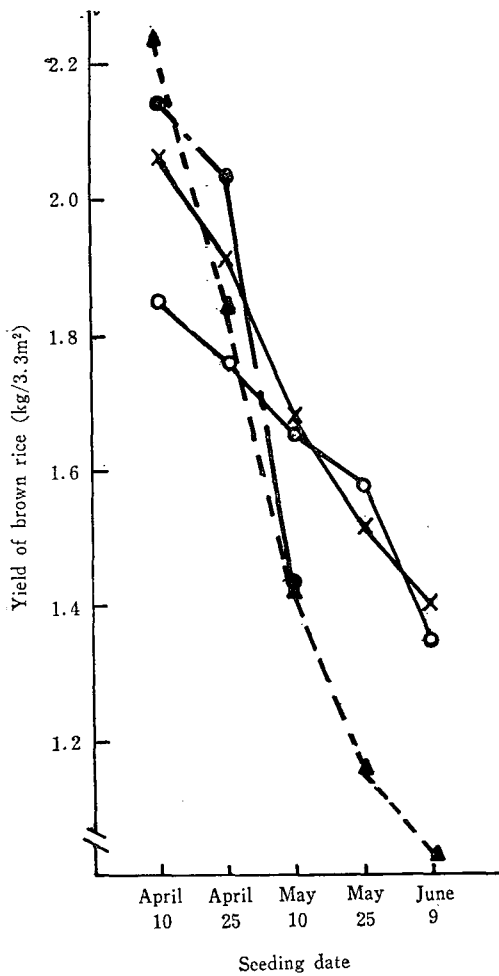


Fig. 8. Changes of grain yield as affected by seeding date in four varieties.

될 境遇에는 米粒의 成熟이 良好할수록 蛋白質收量이 增加됨을 알수 있었다.

### 3. 相互作用

表 3은 벼의 Amylose 및 蛋白質含量의 播種時期 收穫時期 및 品種間의 相互作用을 나타낸 것인데, 벼의 Amylose含量에 미치는 播種時期 對 品種, 播種時期 對 收穫時期, 그리고 播種時期×收穫時期×品種의 相互作用效果는 高度로 有意했으나 品種 對 收穫時期의 相互作用效果는 나타나지 않았다. 蛋白質含量은 播種時期 對 品種, 그리고 播種時期 對 收穫時期의 相互作用效果는 有意성이 높았고 品種 對 收穫時期間에는 낮았다. 그러나 播種時期×品種×收穫時期의 相互作用效果는 나타나지 않았다.

以上에서 볼때 Amylose 및 蛋白質含量에 關係서는

Table 3. Significance of interactions between season, harvesting date and varieties in the analysis of variances for amylose and protein content.

Item	Significance of F value	
	Amylose	Protein
Season×Variety	4.64**	39.44**
Season×Harvesting date	3.44**	2.78**
Variety×Harvesting date	0.82 <sup>NS</sup>	1.92*
Season×Var.×Harv. date	3.36**	1.57 <sup>NS</sup>

모두 播種時期에 對한 品種間 反應差가 가장 컸다. 또한 Amylose含量은 播種時期와 收穫時期의 影響이 複合的으로 品種에 影響을 미쳐 그 反應이 品種에 따라 다르게 나타나고 蛋白質含量에 對해서는 그렇지 못했다.

### 考 察

쌀의 Amylose含量은 品種에 따라 달라서 7~34% (dry base)로서 遺傳的이긴 하지만 環境變異도 커서 同一品種內에서 約 6%의 變異를 보이며<sup>11)</sup>, 蛋白質含量 역시 品種에 따라 5~14%의 變異<sup>7,8)</sup>를 보인다고 하는데 Amylose含量보다 環境變異가 커서 同一株內의 이삭에 따른 變異가 10%에 達하며 同一穗上의 粒에 따른 變異도 5%에 達한다.<sup>1)</sup>

本 試驗의 結果 播種時期가 늦어짐에 따라 Amylose含量은 增加되었으며 蛋白質含量은 減少되었다. 이러한 結果는 이미 報告된 바와<sup>6,17)</sup> 같이 播種時期가 늦어짐에 따라 出穗가 늦어져서 成熟期間의 低溫影響으로 Amylose含量이 增加되었고, 相對的으로 同一材料內의 蛋白質含量은 減少되었을 것으로 생각된다. 특히 蛋白質含量은 品種에 따라 달라서 播種時期가 늦어짐에 따라 早生種은 낮아지는 傾向이었고 中晚生種은 增加하는 傾向이었는데 早生種은 晚播됨에 따라 分蘖數 및 着粒數의 低下로 粒當同化物質蓄積의 增加에 起因한 것이고<sup>12)</sup>, 中晚生種은 播種期 지연에 의한 出穗가 늦어짐에 따른 成熟의 不充實에 의한 窒素代謝의 影響이라 생각된다. 播種時期의 移動에 의한 蛋白質含量의 變異는 低蛋白品種보다 高蛋白品種에서 크게 나타나서 高蛋白品種이 播種時期의 環境變異가 큼을 알수 있었다.

收穫時期移動 即 成熟의 進前에 따른 Amylose 및 蛋白質含量의 變異는 出穗後 30일부터 50일까지 사이에서 5일간격으로 調査한 結果 品種의 反應은

Amylose 含量에서는 뚜렷하지 않았으나 蛋白質含量은 低蛋白質品種에서 多小낮아지는 傾向이었다. 이는 米粒內 蛋白質含量은 主로 水稻體內에 있는 窒素의 轉移와 米粒內에서의 蛋白質의 代謝에 依해서 새로운 貯藏 蛋白質로 蓄積이 되므로 이와같은 能力이 높은 것이 高蛋白質品種, 낮은 것이 低蛋白質品種이라고 할수 있는데, 品種에 따라 이와같은 能力이 달라서 出穗後의 營養器官의 窒素가 이삭으로의 轉流가 빠른 것이 高蛋白質品種이라고 밝힌바와<sup>5)</sup> 같이 低蛋白質品種이 收穫時期의 環境變異가 크게 나타난 것은 成熟의 進前에 따라 植物體의 生態의인 面에서 窒素의 轉移能力이 高蛋白質品種보다 낮기 때문인 것으로 생각되어 高蛋白質品種과 低蛋白質品種의 이러한 面의 檢討가 이루어져야 할 것으로 생각된다.

以上の 結果로 미루어 低 Amylose · 高蛋白質品種 育成을 爲한 播種 및 收穫時期의 環境變異를 最少로하기 爲해서는 成熟에 지장이 없는 範圍內의, 低溫에서 登熟될 수 있는 時期에 播種을 하고 出穗後 50日 以後에 가서 가장 낮은 Amylose, 가장 높은 蛋白質을 가진 系統을 選拔하면 이는 遺傳的으로 低 Amylose 高蛋白質系統이 될수 있을 것이다.

## 摘 要

播種時期 및 收穫時期가 쌀의 Amylose 및 蛋白質含量에 미치는 影響을 알기 爲하여 溫度 및 日長感應性程度와 蛋白質含量이 다른 4個品種을 使用하여 4月 10일부터 15日 間격으로 5回 播種하고, 出穗後 30日 부터 5日 間격으로 5回 收穫하여 米粒內의 Amylose 및 蛋白質 含量이 品種에 따라 어떤 反應을 보이는 가를 檢討하였다. 그 結果를 要約하면 다음과 같다.

1. 播種時期가 늦어짐에 따라 Amylose含量은 增加하였고 蛋白質含量은 減少되었다.

2. 蛋白質含量의 播種期에 對한 反應은 品種에 따라 달라서 播種期가 지연될수록 早生種은 減少되었고 中晚生種은 增加하였다.

3. 播種時期에 따른 蛋白質含量의 環境變異는 低蛋白質品種보다 高蛋白質品種에서 크게 나타났다.

4. 벼의 Amylose 및 蛋白質含量에 미치는 收穫時期의 影響은 뚜렷하지 않았다.

5. 以上の 結果로 미루어 低 Amylose 高蛋白質系統 育成을 爲해서는 成熟에 지장이 없는 播種時期를 늦추는 것이 効率이 높고 收穫은 出穗後 30日 부터 可能할 것으로 推論하였다.

## 引用 文獻

1. Cagampang, G.B., et al. 1966. Studies on the extraction and composition of rice protein. *Cereal Chem.* 43:145-155.
2. De Datta, S.K., et al. 1972. Protein content of rice grain as affected by nitrogen fertilizer and some triazines and substitute ureas. *Agron. J.* 64(6):785-788.
3. 韓昶烈 · 元鍾樂 · 朴昌奎 · 俞在潤 · 1971. 放射線에 依한 水稻 高蛋白質系統의 選拔에 關한 研究. *육종지*. 3卷 2號 77-83.
4. Heu, M.H., et al. 1969. Variability of protein content in rice grown at several different environments. *J. Korean Soc. Crop Sci.* 7(1):79-84.
5. 許文會 · 朴淳直. 1973. 水稻高蛋白質系統 育成을 爲한 基礎的 研究. II. 成熟期間中의 일 · 줄기 · 현미 內의 蛋白質含量의 變異. *韓作誌* 13:69-72.
6. 許文會 · 文憲八. 1974. 水稻高蛋白質系統 育成을 爲한 基礎的 研究. IV. 短日 및 高溫處理가 쌀의 Amylose 및 粗蛋白質含量에 미치는 影響. *韓作誌* 15:129-133.
7. 本庄一 雄. 1971. 米의 蛋白質含量에 關する 研究. 第一報. 蛋白質含有率의 品種間 差異 ならびに 蛋白質含有率におよぼす 氣象環境의 影響. *日作紀* 40:183-189.
8. IRRI. 1963. Annual Report 1963.
9. IRRI. 1971. Annual Report 1971.
10. Juliano, B.O. 1968. Screening of rice varieties for protein., *Ann. Rept. IRRI.* 1968.
11. Juliano, B.O. 1972. Physico-chemical properties of starch and protein in relation to grain quality and nutritional value of rice. *Rice Breeding (IRRI)*:389.
12. 片岡勝美. 1973. 米粒の化學的品質에 關する 研究 V. Ethyleneimine 處理による 高蛋白質變異의 選拔について. *日本育種誌* 23:125-130.
13. 木戶三夫 · 梁取昭三. 1968. 栽培條件가 米質特に 米粒의 蛋白質含量에 及ぼす 影響에 關する 研究. *日作紀* 37:32-36.
14. Nagato, K., et al. 1972. Protein content of developing and mature rice grain. *Ibid.* 41:472-479.
15. Sato, K. 1965. Studies on the starch contained

16. 平宏和・松島省三・松崎昭夫. 1970. 水稻収量の成立原理とその應用に関する作物學的研究. 第92報窒素施肥による米の蛋白質の収量およびその栄養價増大の可能性の栽培試験. 日作紀 39:33-40.
17. ————— et al. 1971. Effect of irrigation on protein content of upland, lowland and their hybrid brown rice. Ibid.40(3):294-298.

### Summary

In order to obtain the fundamental informations on the protein and amylose content of rice grain in response to the seeding date and harvesting date, four varieties, Omirt-39 and Rikuto Norin 20 which are, thermo-sensitive, and IR 1317-89-3 and Jinheung which are, photo-sensitive, were planted under conditions of five different planting date 15-day intervals. Samples of rice grain were obtained with five times at 5-day intervals from 30 to 50 days after heading respectively.

The results were summarized as follows;

1. Delayed planting increased the amylose content

in the rice grain and decreased the protein content.

2. Varietal differences of the protein content by different planting date were noticed, that is, protein content of rice grain decreased by delayed planting in the thermo-sensitive varieties and increased in the photosensitive varieties.
  3. The environmental variation on the protein content by planting date was greater in high protein varieties than in low.
  4. The rice protein and amylose content were not much changed since after 30 days after heading.
  5. Interactions between seeding date and variety and between seeding date and harvesting date were highly significant for both the amylose and protein content. That of among seeding date, variety and harvesting date were also highly significant for amylose content, but not significant for protein content.
- in the tissues of rice plant. Ibid. 34:403-408.