

成熟期間中 米粒內 Amylose含量과 Alkali崩壞性的 變異

許文會* 朴淳直* 徐學洙**

서울대학교 農科大學 農學科*·嶺南대학교 農畜産大學 農學科**

Changes in Amylose Content and Alkali Digestibility Value of Rice Grain During Ripening Period

Heu, M. H.*, S. Z. Park*, and H. S. Suh**

College of Agriculture, Seoul National University*.
and College of Agriculture, Yeungnam University**

ABSTRACT

Amylose content and alkali digestibility value of rice grain were tested from 10 days after flowering up to maturity. Both amylose content and alkali digestibility value showed slightly lower at earliest stage, but they reached maximum value by 20 days after flowering, and then they maintained the value until maturity. Both amylose content and alkali digestibility value showed negative correlations to air temperature, though they were not significant statistically except in case of amylose content and maximum temperature, which showed significant correlation in some year.

緒 言

쌀의 Amylose含量은 밥의 끈기와 強度 및 色澤에 關與하는 特性으로¹⁾ 糊化溫度는 澱粉의 硬度和 밥짓는 特性에 關與하는 要因으로 알려져 있는데 糊化溫度는 米粒의 Alkali崩壞性和 關係가 커서 米粒의 Alkali崩壞性程度 檢定은 糊化溫度檢定 대신 利用되고 있다.²⁾

米粒內 Amylose含量과 糊化溫度는 相互獨立的인 澱粉特性으로 報告³⁾ 되어 있지만 Amylose含量이 낮고 Alkali崩壞性이 높은 系統의 育成은 容易한 일 이 아니다.

Amylose含量과 Alkali崩壞性은 施肥條件이나 生育期間 및 栽植거리에 따른 變異는 比較的 적으나 溫度에 對한 變異가 比較的 커서 年次間 變異도 큰 것으로 報告^{3,4)} 되어 있다.

米粒의 登熟이 進展됨에 따라 米粒內蛋白質含量은 감소되는데 그 程度는 品種에 따라 差異가 있는 것으로 報告⁵⁾ 되어 있으나, Amylose含量과 糊化溫度는 米粒發育初期에 結定되어지는 것으로 報告⁶⁾ 되어 있다.

本 報告는 Amylose含量과 Alkali崩壞性을 달리하는 몇개의 高世代系統들에 對하여 出穗後 米粒의 登熟이 進展됨에 따른 米粒內 Amylose含量과 Alkali崩壞性의 變異를 檢討한 것이다.

材料 및 方法

本 實驗은 1975, 1977 2年間에 걸쳐 서울대학교 農科大學 實驗農場에서 實施하였다.

供試材料는 表 1에 表示된 바와 같이 Amylose含量과 Alkali붕괴도 및 出穗期가 서로 다른 10個 高世代系統을 使用하였는데 供試系統들의 特性은 表에 表示한 바와 같다.

兩年 共히 4月 25日 播種 6月 5일에 30×15 cm의 栽植거리에 1株 1本植으로 移秧하고 施肥量은 N : P₂O₅ : K₂O = 15 : 10 : 15 kg/10a로 하되 그중 N과 K₂O는 4 : 3 : 3의 比率로 分施하였으며 其他栽培管理는 本大學 標準耕種法에 準하였다.

Amylose含量과 Alkali붕괴도의 檢定은 同一한 날에 出穗한 個體를 表示해 놓고 出穗後 10日부터 5日 間隔으로 8個體씩 10回에 걸쳐 수확한 각 이삭의 上位 50粒에 對하여 Amylose含量은 Juliano法⁷⁾으로 定量하였고 Alkali붕괴도는 KOH 1.7% 용액으로 30℃에서 23시간 經과된 後에 1-7등급으로 區分하였다.

Table 1. Heading date, amylose content and alkali digestivity of tested lines.

Source number	Pedigree	Cross	Heading Amyl, A. D. V.		
			date	cont. (1-7)	
1975			%		
15086	IR1 317-89-1-1-B-3-B-12-1	Jinheung/IR 262//IR 262	Aug. 11	12	2.0
15109	IR1 317-313-2-1-B-1-2			12	28
	Josang tongil	IR 8/Yukara//TN 1		14	19
	Jinheung			15	19
1977					
18316	IR1 311 A ₃ -8-118-2-2-B-2-1-3-2-1	IR 8//IR 8/Palkweng	Aug. 20	18	4.0
010705	IR1 317-70-1-2-B	Jinheung/IR 262//IR 262		2	27
18319	IR1 317-89-1-1-B-1-E-2-2-2-1	"		8	14
18329	IR1 317-266-2-3-B-2-2-1	"		12	25
18335	IR1 317-316-5-1-1-B-2-2-2-1	"		20	25
18367	IR2 181-25-2-1-1-1	IR 24//IR 24/IR 747		7	19

試驗結果

1. Amylose 含量的 變異

登熟進展에 따른 米粒內 Amylose 含量的 變異를 檢討하기 爲하여 Amylose 含量을 달리하는 品種 및 高世代系統들을 出穗 後 10 日부터 5 日 間격으로 收穫, Amylose 含量을 檢定하여 表 2 와 그림 1 에 表示하였다.

表와 그림에서 보는 바와 같이 供試品種 및 系統들의 Amylose 含量은 成熟이 進展됨에 따라 다소 증가되는 것으로 나타났고 Amylose 含量의 變異程度는 年次 및 系統에 따라 다소 다르게 나타났는데

어는 時期에서고 系統間 Amylose 含量의 差異는 分明하였다.

1975年 收穫의 경우 Amylose 含量이 出穗 10 日 後 16.3%~45 日後 20.3%로 4.0%의 變異를 나타내었고, 15086에서는 出穗 10 日後 10.1%~45 日後 13%, 15109에서는 出穗 10 日後 25%~40 日後 28.7%, 조생통일에서는 出穗 15 日後 17.9%~40 日後 19.7%로 各各 3.7%, 2.9% 및 1.8%의 變異를 나타내어 成熟이 進展됨에 따라 다소 增加되는 傾向으로 나타났으나 1977年의 경우에는 系統에 따라 0.9~1.7%의 變異를 보여 1975年에 比하여 變異의 巾이 顯著하게 작고 收穫時期에 따른 Amylose 含量의 增減程度도 一定하지 못하여 1975

Table 2. Amylose content of rice grain harvested at the different grain development stages for two years

Source number	Days after heading										Mean
	10	15	20	25	30	35	40	45	50		
1975											
15086	10.1	10.6	11.2	11.3	12.4	11.7	12.5	13.0	11.7	11.6	± 0.31
Josang tongil	-	17.9	18.7	18.9	19.6	19.1	19.7	19.3	19.1	19.0	± 0.20
Jinheung	16.3	18.3	18.7	19.6	20.0	18.9	19.9	20.3	19.8	19.1	± 0.41
15109	25.0	26.5	28.0	27.2	27.6	27.9	28.7	28.6	27.8	27.5	± 0.38
1977											
18319	13.7	14.0	13.2	13.6	14.0	13.7	13.6	13.1	13.3	13.6	± 0.11
18316	17.1	17.6	17.8	17.6	18.0	17.8	17.0	17.8	17.6	17.6	± 0.11
18367	19.0	20.1	19.7	18.7	19.7	18.5	18.9	19.8	19.4	19.3	± 0.19
18335	23.9	24.7	25.0	24.3	24.9	24.8	25.0	24.8	24.8	24.7	± 0.12
18329	24.6	25.0	25.8	24.9	25.7	25.8	25.2	25.8	25.1	25.3	± 0.15
010705	25.3	25.9	26.1	26.6	27.0	27.0	27.0	26.8	26.5	26.5	± 0.20

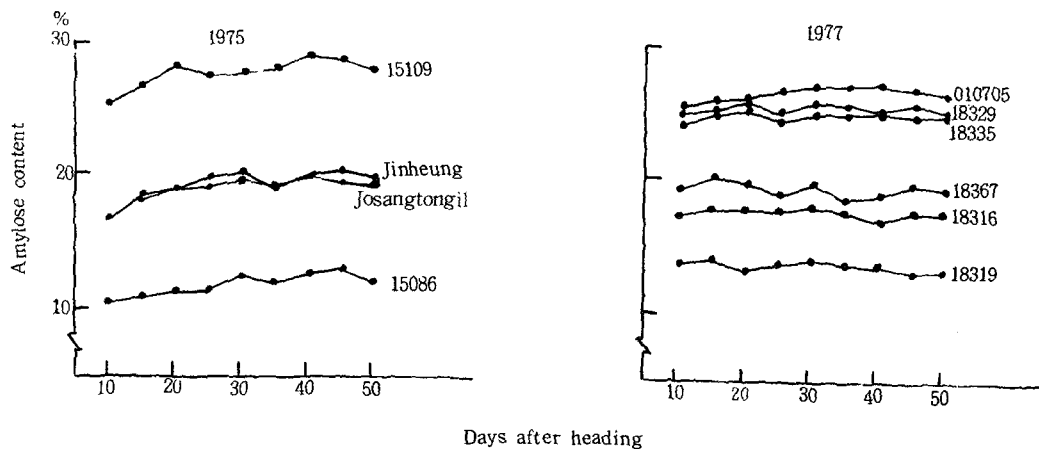


Fig. 1. Changes in amylose content of rice grain at different stages of development for two years.

년에서와 같은 成熟進展에 따른 Amylose 含量的 增加傾向을 認定할 수는 없었으나 成熟 初期의 Amylose 含量이 다소 적은 傾向이었다.

한편 Amylose 含量이 登熟期間中の 溫度條件에 따라 變異가 큰 點을 고려하여 出穗期를 달리하는 品種 및 系統을 供試하였는데 1975年의 境遇에는 出穗期가 2~4日 빠른 15086과 早生統一 에서의 變異가 1.8~2.9%였고, 진흥과 15109에서는 3.7~4.0%로 出穗가 늦은 品種 및 系統에서 Amylose 含量的 變異가 다소 큰 것으로 나타났다. 반면 1977年에 供試된 系統들에서는 出穗期가 8月 10日 以前인 系統들에서는 1.0~1.7%, 8月 10日 以後인 系統들에서는 0.9~1.2%로 出穗期의 早晚에 따른 差異가 나타나지 않았다.

供試된 材料들 중 1977年의 18316(18%)와 18367(19%)는 Amylose 含量이 거의 類似한 系統이지만 그림 1에서 보는 바와 같이 어느 時期에서든 이들 系統間 差異는 分明하였는데 그러한 傾向은 High Amylose 系統들에서도 同一한 것으로 나타났다.

2. Alkali 崩壞性(A. D. V.)의 變異

Alkali 崩壞性의 登熟進展에 따른 變異는 表 3과 그림 2에서 보는 바와 같이 成熟이 進展됨에 따라 다소 增加되는 傾向으로 나타났으나 系統內의 變異는 1.0以下이었으며 그 程度는 年次 및 系統에 따라 다소 달랐지만 어느 時期에서든 系統間 差異는 分明하였다.

1975年 15086에서는 ADV가 開花 10日後 1.5

Table 3. Alkali digestibility of rice grain harvested at the different grain development stages for two years.

Source number	Days after heading									Mean
	10	15	20	25	30	35	40	45	50	
1975										
15086	1.5	1.5	2.0	2.0	2.3	2.3	2.0	2.0	2.3	2.0 ± 0.10
Josang tongil	—	4.8	5.3	5.5	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.2 ± 0.11
Jinheung	4.5	4.5	4.8	5.3	5.5	5.0	5.0	5.0	5.0	4.9 ± 0.15
15109	5.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	5.9 ± 0.11
1977										
18335	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0 ± 0.00
18319	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0 ± 0.00
18367	3.0	3.1	3.3	3.6	3.6	3.7	3.2	3.6	3.4	3.4 ± 0.08
18316	3.6	3.9	4.3	4.1	4.0	4.2	4.0	4.1	4.0	4.0 ± 0.07
18329	4.3	4.7	5.1	4.9	5.1	5.2	5.1	5.2	5.0	5.0 ± 0.10
010705	6.0	6.8	7.0	6.7	6.9	6.8	7.0	6.9	6.8	6.8 ± 0.10

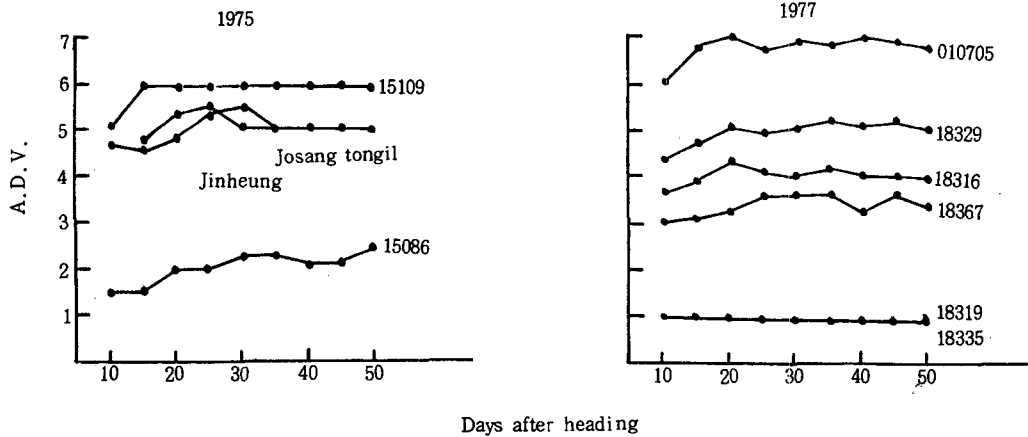


Fig. 2. Changes in alkali digestibility of rice grain at different stages of development for two years.

~ 30日後 2.3으로 0.8의 變異를 나타내었고, Josangtongil, Jinheung, 15109에서는 各各 0.7, 1.0, 1.0의 變異를 나타내어 登熟이 進展됨에 따라 다소 增加되는 것으로 表現되었는데, 1977年에서는 開花 10日後에 가장 낮고 成熟後期에 다소 높았으나 成熟進展에 따른 增加 傾向은 一定하지 못하였으며 그러한 變異程度는 兩年 共히 모든 供試系統들에서 ADV 1.0以內였다.

Alkali 崩壞性도 登熟期間中の 溫度條件에 따라 變異가 큰 것으로 알려져 있는데 登熟時期에 따른 系統內 變異는 1975年 0.8 ~ 1.0, 1977年 0.0 ~ 1.0

으로 1975年에서 다소 높은 편이었으나 兩年 모두 出穗期 早晚에 따른 變異程度의 差異는 一定하지 못하였다.

3. 登熟期間 中の 溫度와의 關係

1975年 및 1977年 兩年間的 登熟期間中の 氣溫을 旬別로 表示한 것이 表 5이다. 1977年에는 平均氣溫 및 最高氣溫이 낮았는데 出穗後 10及至 30日까지의 最低氣溫이 特히 낮았다.

氣溫과 Amylose含量 및 氣溫과 Alkali 崩壞性과 相關을 計算하여 表 4에 表示하였는데 表 4에서 보는 바와 같이 一般적으로 低溫이 될수록 Amylose

Table 4. Correlation coefficients for amylose content and temperature, and for alkali digestibility and temperature during grain development.

Cultivar/Line	Correlation between					
	Maximum temp. and Amylose %		Minimum temp. and Amylose %		Average temp. and Amylose %	
	A. D. V.	A. D. V.	A. D. V.	A. D. V.	A. D. V.	A. D. V.
1975						
15086	-0.8163**	-0.5191	-0.4206	-0.4702	-0.6544	-0.5221
Josang tongil	-0.7472*	0.1641	-0.4390	0.1440	-0.5934	0.1470
Jinheung	-0.7351*	-0.3720	-0.6050	-0.2284	-0.7024*	-0.2865
15109	-0.7671*	-0.3884	-0.5299	-0.2160	-0.6775*	-0.3224
1977						
18319	0.3426	-	0.4848	-	0.4046	-
18316	0.2999	-0.5194	0.3786	-0.2645	0.2760	-0.4292
18367	-0.0908	-0.0698	-0.6731*	0.0939	-0.4422	-0.0308
18335	-0.5194	-0.2547	-0.2645	0.0873	-0.4292	-0.1133
18329	-0.1747	-0.2414	0.3111	0.0964	0.1411	-0.0445
010705	0.0436	-0.2047	-0.2819	-0.2668	-0.2917	-0.5199

* significant at the 5% level

** significant at the 1% level

Table 5. Maximum, minimum and average temperature during ripening period in 1975 and 1977

Year	Temperature	August			September		
		First 10.	Second 10.	Last 10.	First 10.	Second 10.	Last 10.
1975	Max.	30.6	32.5	31.0	29.7	25.5	26.1
	Min.	20.0	21.9	20.2	19.1	18.0	13.4
	Ave.	25.7	27.5	25.4	25.0	21.2	19.5
1977	Max.	29.6	29.8	30.1	27.9	26.5	25.5
	Min.	20.9	17.5	17.9	19.5	18.9	10.1
	Ave.	24.8	22.8	23.5	23.7	21.4	16.4

含量은 높아지고 Alkali 崩壞性도 높아지는 것으로 나타났다. 氣溫이 높았던 1975년에는 모든 品種이 Amylose 含量에 특히 最高氣溫과의 相關이 顯著하였는데 Jinheung 品種은 모든 溫度條件에서 影響이 分明하였다. 1977년에는 系統 18367 하나가 最低氣溫과 Amylose 含量과에 有意한 相關을 보일뿐 溫度와 Amylose 含量 및 Alkali 崩壞性과에 顯著的 相關을 나타내지 않았다. 系統에 따라서는 正의 相關傾向마저 보이는 것이 있었다.

考 察

米粒의 Amylose 含量과 糊化溫度는 서로 獨立的으로 쌀의 品質에 關係하는 特性으로 알려져 있지만 糊化溫度가 높은 品種은 Low Amylose 인 傾向이 있으며 實際育種 過程에서 Amylose 含量이 낮고 糊化溫度도 낮은 系統의 育成은 대단히 어려운 實情이다.

糊化溫度는 米粒의 KOH 용액(1.7%)에 대한 反應程度와 相關이 높아 KOH 용액에 잘 녹는 것일수록 糊化溫度가 낮는데⁷⁾, 米粒의 Alkali 崩壞性(A. D. V)은 Amylose 含量과 함께 米粒內 澱粉粒의 特性으로 施肥나 栽植密度와 같은 栽培條件에 따른 變異는 比較的 적지만 登熟期間中의 溫度에 對한 反應이 比較的 커서 低溫條件에서는 Amylose 含量이 增加되고 ADV도 높아지며 高溫條件에서는 Amylose 含量이 낮아지고 ADV도 낮아지는 것으로 報告³⁾되어 있다.

Amylose 含量과 Alkali 崩壞性을 달리하는 品種 및 系統을 供試하여 米粒의 登熟이 進展됨에 따른 米粒의 Amylose 含量과 Alkali 崩壞性의 變異를 檢討한 結果 年次間 및 系統間 變異程度에 다소 差異는 있었으나 Amylose 含量과 ADV 共히 最初의 測定值가 가장 낮았고 登熟이 進展됨에 따라 Amylose 含量과 ADV가 다소 增加되는 것으로 나타났다. ADV에서 보다는 Amylose 含量에서, 1977년에서 보다는

1975년에서 잘 나타났다.

登熟의 進展에 따른 Amylose 含量 및 Alkali 崩壞性의 差異는 系統間 變異에 比하면 無視될만한 것이며 그림 1 및 그림 2에서 보는 바와 같이 그 變異도 주로 最初 10~20日 사이의 變異이다. 表 4에서 보는 바와 같이 溫度의 影響은 一般的으로 認定되는데 許와 朴⁸⁾은 25~30°C에서 登熟된 것은 20~22°C에서 登熟된 것에 比하여 3.3~6.2%의 Amylose 含量이 낮아짐을 報告하였고, IRRI는⁵⁾ Amylose 含量이 成熟期에 35.2%에 達하는 品種이 開花後 5日에 32.4%, 開花後 9日에 34.8%로 開花後 9日이면 Amylose 含量이 거의 結定되며 糊化溫度는 登熟期間中 63~64°C로 거의 一定하였음을 報告하였다.

IRRI의 報告와 本實驗結果를 綜合해 보면 米粒內 澱粉粒의 特性인 Amylose 含量과 Alkali 崩壞性은 米粒의 登熟初期에 結定되며 溫度의 影響을 받아 Amylose 含量은 若干의 變異가 있지만 開花後 20日 以後이면 Amylose 含量도 Alkali 崩壞性도 系統間 變異가 決定되므로 選擇을 爲한 早期檢定이 可能한 것으로 생각된다.

摘 要

米粒의 Amylose 含量과 Alkali 崩壞性을 달리하는 品種 및 系統을 供試하여 開花 10日後부터 5日 간격으로 米粒內 Amylose 含量 및 Alkali 崩壞성을 檢定하여 米粒登熟過程에 따른 變異를 檢討하였다.

1. 登熟 進展에 따른 米粒內 Amylose 含量과 Alkali 崩壞성은 最初에는 다소 낮았고 20日後부터 거의 一定하게 나타났다.
2. 登熟期間中 어느 時期에서도 Amylose 含量과 Alkali 崩壞성의 系統間 差異는 分明하였다.
3. 登熟期間中의 氣溫과 Amylose 含量 및 Alkali 崩壞性과에는 全般的으로 負의 相關傾向을 보였으며 Amylose 含量과 最高氣溫과는 해에 따라서는 有

意한 相關을 나타내었다.

4. Amylose 含量은 Alkali 崩壞性에 比하여 發育時期別 및 溫度에 따른 變異의 巾이 넓었다.

引用 文 獻

1. Beachell, H. M. 1967, Breeding rice for accepted cooking and eating quality. Int. Rice Comm. Newslett. (Spec. issue): 161 - 165.
2. 許文會·朴淳直. 1973, 水稻 高蛋白 系統育成을 爲한 基礎的 研究 II. 成熟期間中의 淸·출기·현미內의 蛋白質含量의 變異. 韓作誌 Vol.13: 69 - 72.
3. 許文會·徐學洙·金光鎬·朴淳直·文憲八. 1976, 米立內의 蛋白質과 Amylose 含量 및 Alkali崩壞性의 環境에 따른 變異. 서울大農學研究 Vol.1(1): 21 - 37.
4. 許文會·朴淳直. 1976, 淸胚乳의 Amylose 含量에 미치는 Wx 因子의 Dosage 效果. II. 雄性不稔性을 利用한 交配種子의 Amylose 含量. 서울大農學研究 Vol.1(1); 39 - 46.
5. IRRI. 1976, Annual Report. 28 - 35.
6. 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.
7. Little, R. R., G.B. Hilder, and E.H. Dawson. 1958, Differential effect of dilute alkali on 25 varieties of milled white rice. Cereal chem. 35; 111 - 126.
8. Sato, K. 1965, Studies on the starch contained in the tissue of rice plant. 12. The

effect of air temperature on the growth, nitrogen and carbohydrate constituents. Proc. Crop Sci Soc. Japan 34; 403 - 408.

9. Williams, V. R., W. T. Wu, H. Y. Tsai, and H. G. Bates. 1958, Varietal differences in amylose content of rice starch. J. Agr. Food Chem. 6: 47.

Summary

To investigate the changes in amylose content and alkali digestibility value of rice grains during ripening period, several cultivars or lines which are different in amylose content and alkali digestibility value were tested in 1975 and 1977.

The results are summarized as follows;

1. Amylose content and alkali digestibility value showed lower in early stage than in late stage development of tested lines.
2. Differences in amylose content and alkali digestibility value among lines were consistent during grain development.
3. Generally negative correlations were found between air temperature and amylose content, and, air temperature and alkali digestibility value. The negative correlation between maximum temperature and amylose content were significant in some years.
4. The variation of amylose content due to temperature and growth stages were larger than the variation of alkali digestibility value due to temperature and growth stages.