

## 小麥의 登熟에 따른 製粉特性的 變化

金 炅 濟\*·張 鶴 吉\*\*

# Changes in Milling Properties During Maturation of Wheat Kernel

Kyung Je Kim\* and Hak Gil Chang\*\*

### ABSTRACT

Development and maturation of wheat were studied with reference to the quality of grain and milling properties.

1000-kernel weight and test weight increased as the wheat matured and as the original moisture decreased. The time of maturity was estimated 40 days after heading.

Moisture content of wheat grain had a correlation coefficient of  $-0.877^{**}$  with 1000-kernel weight, of  $-0.761^{**}$  with test weight, and of  $0.915^{**}$  with pearling index.

The milling data suggest that even in the early stages of maturing, the endosperm represented at large proportion of the grain. However, milling score was relatively constant at about 40 days. Break-Reduction flour ratio was a great difference between wheat varieties.

1000-kernel weight had a high significant correlation of  $+0.603^{**}$  with milling yield, of  $-0.958^{**}$  with ash content, and of  $+0.956^{**}$  with milling score.

### 緒 言

小麥의 1次加工適性인 製粉特性은 品種 固有의 遺傳的 特性인 동시에 栽培環境條件에 따라 지대한 영향을 받는다.<sup>15)</sup> 특히 登熟은 小麥 生育過程의 最終段階에 이루어지므로 種實收量은 물론 品質面에서 결정적인 요인이 된다.

作物의 生理的 成熟期는 種實의 物質蓄積이 최대로 된 시기로서<sup>12)</sup> 登熟期間에 의한 成熟期의 결정은 보리에서 30~32 일, 밀에서 35~40 일로 보고하였으나<sup>14)</sup> 登熟期間은 氣象條件에 따라 그 變異幅이 큰 것으로 알려져 있다.

Baruch 등<sup>2)</sup>은 製粉率과 가장 관계가 깊은 小麥의 登熟期에 따른 種實內 澱粉의 數와 分布를 조사

한 바 胚乳內 澱粉粒은 開花後 50 일까지 일정하게 증가하였다고 보고하였으며, Jenner<sup>11)</sup>는 胚乳에 있어서 sucrose 濃度와 澱粉合成間에는 밀접한 관계가 있음을 보고하였다.

또한 Singh 등<sup>21)</sup>, Finney 등<sup>22)</sup>은 製粉率 결정에 중요한 요인은 種實의 豐滿度로서 容積重과 製粉率은 正의 相關을 가지며, 灰分含量과는 負의 相關을 갖는다고 했으며, 張 등<sup>5)</sup>도 韓國產 小麥에 있어서 동일한 결과를 보고한 바 있다.

그러나 우리나라에 있어서 小麥은 登熟期間동안 높은 氣溫과 降水量이 小麥의 登熟障礙로 작용하여 收量의 低位性을 면치 못하고 있다. 따라서 小麥의 登熟과 관련된 收量性, 耐病性, 早熟性 등의 特性에 대해서는 많이 검토되었으나 小麥의 登熟과 製粉特性에 관해서는 전연 검토된 바 없다.

\* 東國大學校 農科大學 農學科(College of Agriculture, Dongguk University, Seoul 100, Korea)

\*\* 農村振興廳 農村營養改善研修院(Rural Nutrition Institute, RDA, Suwon 170, Korea) (1985. 10. 15 接受)

本實驗은 우리나라에 있어서 硬, 軟質 小麥의 登熟에 따른 農業形質과 製粉特性과의 關係에 대한 基礎資料를 얻고자 1981년부터 1982년까지 2년에 걸쳐 실시한 바 그 結果를 보고하는 바이다.

## 材料 및 方法

### 1. 供試材料

本實驗에 사용된 小麥品種은 早光, 水原 210號 및 水原 219號로서 水原(麥類研究所)에서 1981년부터 1982년까지 2년간에 걸쳐 栽培하여 收穫된 것으로 種實試料는 出穗後 25일부터 50일까지 5일 간격으로 收穫하여 實驗材料로 하였다.

### 2. 方法

#### 1) 栽培方法

播種期는 水原 標準播種期에 秋播하였고 播種量은 10a當 20kg을 條播하였으며 施肥量은 成分量으로 10a 基肥로 尿素 5.5kg, 熔性磷肥 8kg, 鹽化加里 7kg을 施用하였으며, 追肥로서 尿素 5.5kg을 1回 施用하여 麥類研究所 標準栽培法에 의하여 栽培하였다.

#### 2) 製粉特性

種實試料의 水分含量은 收穫後 곧 測定하였고 製粉은 精選된 試料로서 早光과 水原 219號는 14%, 水原 210號는 15%로 加水處理하여 24시간 室溫에서 放置한 후 Buhler experimental mill (Mfd. by Buhler Bros. Inc.)로 製粉하였다. 製粉率은 Break粉과 Reduction粉을 전부 混合한 Straight-grade粉으로 산출하였으며 製粉特性에 대한 測定值의 산출 및 평가는 다음과 같다.<sup>6,19)</sup>

$$\text{製粉率} = \frac{\text{Break粉計} + \text{Reduction粉計}}{\text{Break粉計} + \text{Reduction粉計} + \text{Bran} + \text{Short}} \times 100$$

$$\text{Milling score} = 100 - \{ (80 - \text{製粉率}) + 50(\text{Straight粉灰分} - 0.30) \}$$

$$\text{灰分移行率} = \frac{\text{原粒灰分} - \text{Straight粉灰分}}{\text{原粒灰分}} \times \text{製粉率}$$

$$\text{BR率} = \frac{\text{Break粉計}}{\text{Reduction粉計}} \times 100$$

$$\text{Ash value} = \frac{\text{Straight粉灰分}}{\text{製粉率}} \times 100,000$$

Pearling index는 小麥種實 20g을 Strong scott pearling machine에서 1분간 搗精하여 百分率로

표시하였고,<sup>17)</sup> 小麥粉의 白度는 光電白度計(Kett, C-1, Kett Sci. Instr.)로 測定하였으며 기타 分析 및 農業形質의 조사는 麥類研究所 標準測定法<sup>16)</sup>에 準하였다.

## 結果 및 考察

供試된 各品種의 收穫期에 따른 積算溫度의 年次別 變異는 Table 1과 같다. 즉, 出穗期는 1982년과 1983년과 유사하였으며 各品種의 收穫期別 年次間 積算溫度도 차이가 없다.

登熟過程에 따른 品種別 種實의 水分含量, 1000粒重, 容積重 및 Pearling index는 Table 2와 같다. 즉, 水分含量은 登熟初期에는 60% 내외로서 비슷하였으나 登熟이 進行됨으로서 水分含量의 減少는 軟質이며 早熟品種인 早光과 中間質品種인 水原219號가 빠른 반면 硬質品種인 水原210號는 늦은 경향을 보였다.

1000粒重과 容積重은 出穗 35~40일에서 各品種의 平均値에 도달하였는데, 이는 咸<sup>8)</sup>의 결과와 일치하였으며 柳 등<sup>23)</sup>도 小麥의 生理的 成熟期는 適期播種의 경우 水原에서 出穗後 43일, 晩期播種은

**Table 1.** Changes in accumulation temperature during maturation of the tested wheat varieties.

Days after heading	Collecting date		Σdmt °C*	
	Chokwang & Suwon # 210	Suwon # 219	Chokwang & Suwon # 210	Suwon # 219
1982 (sowing October 13, 1981)				
25	June 6	June 3	481	476
30	June 11	June 8	586	580
35	June 16	June 13	690	686
40	June 21	June 18	804	792
45	June 26	June 23	922	909
50	July 1	June 28	1,035	1,023
1983 (sowing September 29, 1982)				
25	June 4	June 2	480	471
30	June 9	June 7	576	572
35	June 14	June 12	675	668
40	June 19	June 17	786	775
45	June 24	June 22	894	885
50	June 29	June 27	1,006	996

$$* \Sigma dmt \text{ } ^\circ\text{C} = \frac{\text{max.} + \text{min. of daily temp. } ^\circ\text{C}}{2}$$

**Table 2.** Changes in original moisture, 1000-kernel weight, test weight, and pearling index during maturation of the tested wheat varieties.

Variety	Days after heading	Original moisture %	1000-kernel weight g	Test weight g/l	Pearling index %
Chokwang	25	59.1	21.9	656	77.8
	30	52.2	30.9	737	73.8
	35	43.8	37.9	775	67.7
	40	27.0	39.1	777	62.5
	45	19.3	40.6	776	62.5
50	15.1	40.3	783	62.3	
Suwon # 219	25	60.7	19.3	653	80.0
	30	53.2	29.5	747	77.2
	35	44.4	37.4	794	73.0
	40	32.8	40.5	809	68.3
	45	21.0	41.4	803	66.3
50	17.0	41.1	805	66.2	
Suwon # 210	25	60.9	15.6	629	79.4
	30	56.4	23.2	744	78.6
	35	46.7	30.6	793	75.8
	40	34.4	35.2	817	71.4
	45	27.5	36.6	818	69.6
50	20.9	36.5	815	69.4	

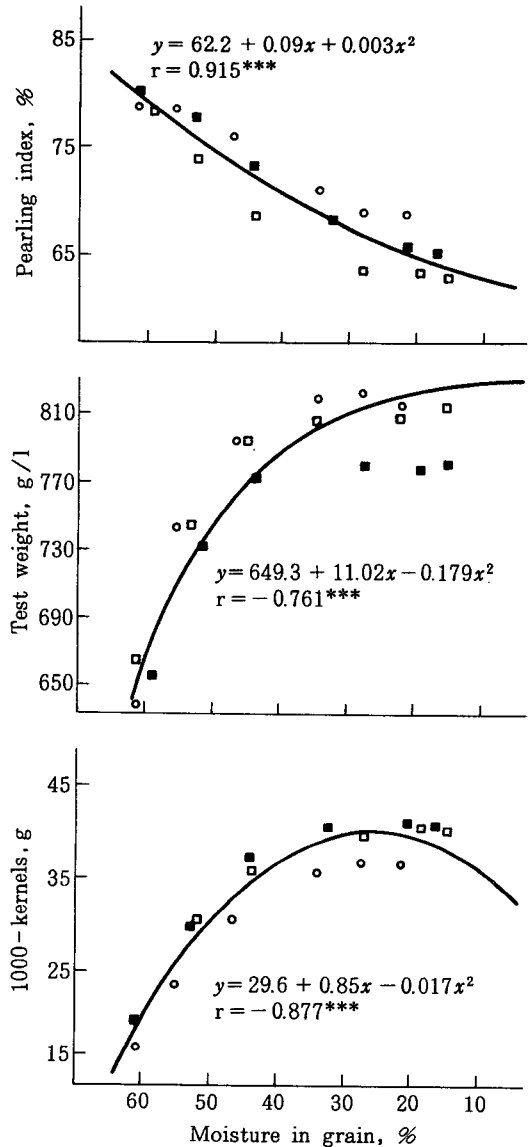
Data obtained from average of 2 years.

41 일이었다고 보고한 바 있다.

Pearling index는 出穗 25 일에서는 硬, 軟質品種 모두 유사한 경향을 보였으나 登熟이 進行됨에 따라 品種의 차이가 뚜렷하게 나타났다. 이와 같은 品種間 Pearling index의 차이는 硬質과 軟質의 차이에 서 오는 특성으로서<sup>17)</sup> 水原 210 號가 1000粒重이 낮고 容積重이 높은 데도 그 원인이 있지만 硬質인 水原 210 號가 中間質인 水原 219 號나 軟質인 早光보다 硝子質含量이 많기 때문이라 생각된다.

登熟程度에 따른 각 品種의 水分含量變化와 1000粒重, 容積重 및 Pearling index와의 관계는 Fig. 1과 같다. 즉, 種質의 水分含量과 1000粒重 및 容積重은 각각  $-0.877^{**}$  및  $-0.761^{**}$ 의 負의 相關이 있었으며, Pearling index와는  $0.915^{**}$ 의 高度의 正의 相關이 있었는데, 이와 같은 登熟傾向은 品種이나 栽培年度의 차이에 관계없이 동일한 양상을 보였다.

本實驗에서 각 品種 모두 種質의 水分含量이 약 40% 내외에서 1000粒重, 容積重 및 Pearling in-



**Fig. 1.** Relationship between 1000-kernels, test weight, pearling index and moisture content during maturation.

- : Chokwang
- : Suwon # 219
- : Suwon # 210

dex가 일정하게 유지되었는데, 이는 Skarsaune 등<sup>22)</sup>과 Abou-Guendia 등<sup>1)</sup>의 결과와 일치하였으며, 平野 등<sup>9)</sup>도 1000粒重의 변화와 관련하여 보았을 때 出穗 42~43 일 후 정도가 收量的 成熟期로서 水分含量은 35~36% 내외라고 보고한 바 있다.

Buhler 製粉機에 의한 製粉結果는 Fig. 2와 같다.

즉, 供試된 3개 品種 모두 出穗後 35일이 되어서야 평균 製粉率에 도달하였으며, 出穗後 25일에도 3개 品種 모두 60% 이상의 製粉率을 보여 登熟初期에도 種實의 많은 부분을 胚乳가 차지함을 알 수 있었다.

그러나 Straight 粉의 灰分含量과 관련된 Milling score를 보면 出穗後 40일이 되어서야 80% 이상의 평균 製粉評點을 보여 早熟種인 早光의 경우에도 製粉特性을 고려한다면 그 收穫期는 出穗後 40일이 적당함을 알 수 있다.

이와 같은 결과는 胚乳內 澱粉含量이 受精 12일 후에는 거의 직선상으로 증가하여 生理的 成熟期인 受精後 35일에 胚乳中에 최고에 도달한다는 Simmonds 등<sup>20)</sup>의 견해와도 유사한 것으로, Bushuk 등<sup>19)</sup>도 開花後 26~30일에 각 品種의 평균 製粉率에 도달했다고 보고한 바 있으며 平野 등<sup>9)</sup>은 出穗後 33~50일 사이의 製粉率은 변화가 없음을 밝혔다.

製粉特性의 기준인 灰分含量의 變化는 Table 3에서 보는 바와 같다. 즉 種實의 灰分含量은 登熟이

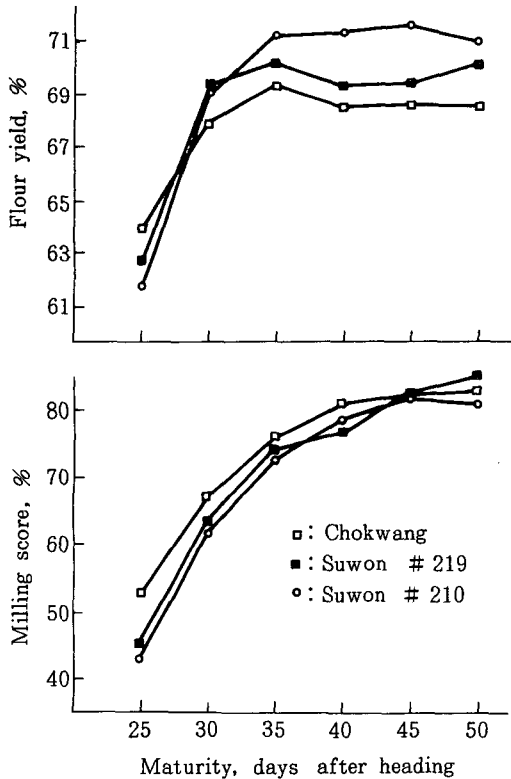


Fig. 2. Changes in flour yield and milling score during maturation.

Table 3. Changes in ash contents of maturing wheat, flour and bran

Variety	Days after heading	Whole wheat %	Per kernel mg	Flour %	Bran %
Chokwang	25	1.91	0.42	0.91	3.35
	30	1.56	0.48	0.75	3.85
	35	1.47	0.56	0.56	4.04
	40	1.43	0.56	0.45	4.01
	45	1.46	0.59	0.42	4.09
	50	1.45	0.59	0.42	4.05
Suwon # 219	25	1.85	0.40	1.05	3.57
	30	1.60	0.49	0.82	4.08
	35	1.67	0.61	0.62	4.64
	40	1.61	0.65	0.54	4.91
	45	1.56	0.65	0.43	4.92
	50	1.58	0.65	0.42	5.04
Suwon # 210	25	2.02	0.32	1.07	3.82
	30	1.83	0.43	0.85	4.59
	35	1.70	0.52	0.66	4.91
	40	1.70	0.60	0.56	5.03
	45	1.66	0.61	0.49	5.54
	50	1.66	0.64	0.48	5.45

Data obtained from average of 2 years.

進行됨에 따라 減少하였으나 種實內 含有量과 bran에 있어서는 出穗後 35~40일까지 增加되었고 小麥粉에 있어서는 이 期間까지 減少되었다.

登熟期間에 따른 製粉率과 灰分含量의 變化를 보면 비록 登熟初期에 灰分含量이 높다는 것은 非胚乳 物質의 混入이 많은 것을 의미하는 것이다. 이와 같은 사실이 bran의 직접적인 混入에 의한 것인지는 분명하지 않다고 Bushuk과 Wrigley<sup>4)</sup>가 보고한 바 있으나, 본 실험에서 小麥粉의 白度와 관련하여 보면(Table 4), bran의 混入이 큰 영향을 미침을 알 수 있다. Irvine과 Anderson<sup>10)</sup>도 여러 가지의 mill stream으로부터 얻은 小麥粉의 색과 灰分含量을 비교한 결과 높은 相關이 있음을 보고한 바 있다.

製粉의 目的은 小麥의 胚乳部를 粉으로 만들고 皮部를 제거하는 것으로 原料小麥이 가진 灰分을 될 수 있는대로 많이 bran部分으로 移行되는 品種이 製粉性이 우수한 것이다. 따라서 灰分移行率의 數值가 클수록 小麥品種의 製粉性이 좋은 것인데, 登熟期間에 따른 製粉特性의 灰分移行率은 Table 5와 같이 전체적으로 유사한 경향을 보였다. 즉, 3개 品種 모두 出穗後 45일이 되어서야 일정한 水準을

**Table 4.** Changes in whiteness in flour during maturation of the tested wheats.

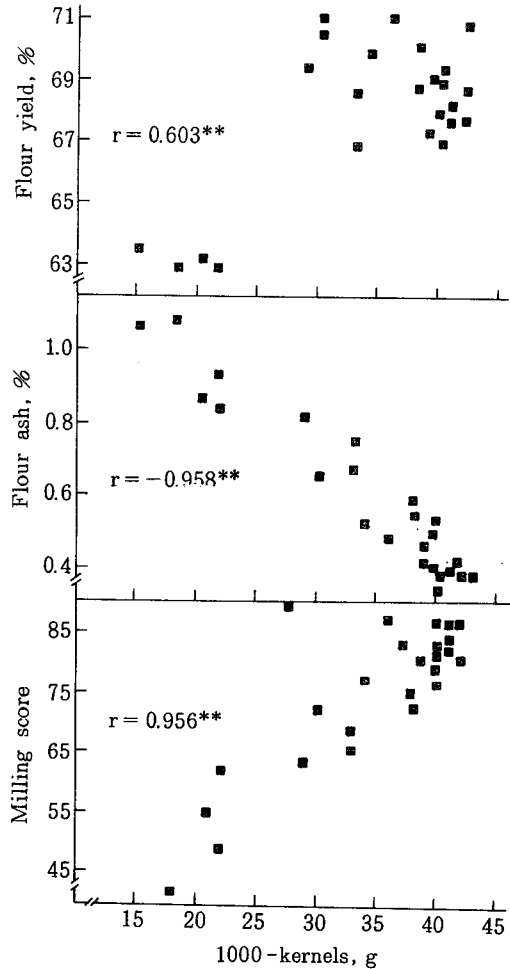
Variety	Maturity, days after heading	Whiteness in flour
Chokwang	25	83.2
	30	86.3
	35	87.8
	40	88.3
	45	89.5
	50	89.9
Suwon # 219	25	81.4
	30	83.9
	35	84.5
	40	84.3
	45	85.9
	50	85.8
Suwon # 210	25	82.5
	30	84.1
	35	85.9
	40	86.6
	45	87.7
	50	88.3

Data obtained from average of 2 years.

**Table 5.** Changes of Break-Reduction ratio in flour during maturation of the tested wheats.

Variety	Maturity Days after heading	Break-Reduction ratio in flour %	Transferred ash content rate %
Chokwang	25	11.1	33.5
	30	15.8	35.1
	35	18.6	42.9
	40	20.9	46.9
	45	23.3	48.8
	50	23.4	48.7
Suwon # 219	25	9.6	27.2
	30	10.2	33.8
	35	12.5	44.1
	40	15.4	46.0
	45	18.4	50.3
	50	16.2	51.9
Suwon # 210	25	9.5	29.1
	30	9.9	37.1
	35	13.0	43.5
	40	15.2	47.7
	45	18.3	50.5
	50	17.3	49.8

Data obtained from the average of 2 years.



**Fig. 3.** Relationship between flour yield, flour ash, milling score and 1000-kernels during maturation.

유지하였다.

이와 같이 早光이 비교적 灰分含量도 낮고 灰分移行率의 차이도 크지 않았는데 BR 率이 높은 것은 早熟品種인 早光이 生理的으로 登熟不良과 같은 현상을 초래하기 때문인 것으로 생각된다. 즉 A-type amyloplast의 전체수는 胚乳의 발달 初期段階에서 固定되나 登熟後期에 형성되는 B-type amyloplast가 충분히 형성되지 못한 상태에서 登熟이 정지되기 때문에 胚乳內 2次 澱粉粒의 형성이 적게 된 것으로 생각되며, 이와 같은 사실은 顯微鏡의 檢鏡에서도 확인되었다.

早光, 水原 217 號, 水原 219 號 및 水原 210 號의 4 個 品種의 登熟期間에 따른 1000 粒重의 증가와

製粉率, 小麥粉의 灰分含量 및 製粉評點과의 관계는 Fig.3 과 같다. 즉, 1000 粒重과 製粉率, 灰分含量 및 製粉評點과는 각각 0.603\*\*, -0.958\*\* 및 0.956\*\*의 高度의 有意相關이 있었다.

일반적으로 小麥의 1000 粒重은 栽培環境의 變異보다도 品種固有의 特性에 의한 차이가 크다.<sup>9)</sup> Scott 등<sup>17)</sup>은 硬質小麥의 粒重, 容積重은 種質의 水分含量이 약 40%가 되는 時期에 최고에 도달하였으며, 品質의 安定性도 유지되었다고 보고한 바 있다.

本實驗에서도 粒重 및 그 特性의 變化와 製粉性을 고려해 보면 出穗後 40 일이 收量的인 成熟期로서 이때 製粉收率도 安定되며 灰分含量도 각 品種의 평균수준을 유지하였다.

品種에 따른 製粉率의 變化는 水原 210 號가 早光이나 水原 219 號보다 다소 높은 경향을 보였는데, 이는 Black 등<sup>3)</sup>, Katz 등<sup>13)</sup>이 밝힌 바와 같이 일반적으로 硬質小麥이 軟質小麥에 비하여 製粉率이 높기 때문이라 생각된다.

## 摘 要

밀의 登熟에 따른 種質의 品質과 製粉特性에 대하여 검토하였다.

千粒重과 容積重은 登熟이 進行됨에 따라 그리고 水分含量이 減少함에 따라 增加하였으며 出穗後 40 일이 成熟期로 추정되었다.

種質의 水分含量과 千粒重 및 容積重은 각각 -0.877\*\* 및 -0.761\*\*의 負의 相關이 있었으며, Pearl index 와는 0.915\*\*의 正의 相關이 있었다.

製粉特性과 관련된 胚乳는 登熟初期에도 種質의 많은 부분을 차지하고 있었으나 製粉評點은 出穗後 40 일이 되어서야 一定水準에 도달하였다. Break - Reduction flour ratio 는 品種에 따라 큰 차이가 있었으며, 특히 早光은 높은 Break - Reduction flour ratio 를 보였다.

千粒重과 製粉率, 灰分含量 및 製粉評點과는 0.603\*\*, -0.958\*\* 및 0.956\*\*의 高度의 相關이 있었다.

## 引 用 文 獻

1. Abou - Guendia, M. and B. L. D. Appolonia. 1972. Changes in carbohydrate components during wheat maturation. I. Changes in free sugars. Cereal Chem. 49:664 - 676.

2. Baruch, D. W., P. Meredith, L. D. Jenkins and L. O. Simmons. 1979. Starch granules of developing wheat kernels. Cereal Chem. 56:554 - 558.
3. Black, H. C., M. H. Fisher and G. N. Irvine. 1961. A small scale bran finisher. Cereal Chem. 38: 97 - 108.
4. Bushuk, W. and C. W. Wrigley. 1971. Glutenin in developing wheat grain. Cereal Chem. 48:448 - 455.
5. Chang, H. G., K. Y. Chung and C. S. Kim. 1982. Studies on the physicochemical characteristics and end-product potentialities of Korean wheat varieties. I. Milling characteristics of Korean wheat cultivars and breeding lines. Korean J. Food Sci. Technol. 14:350 - 354.
6. 崔鉉玉 · 趙載英 · 咸泳秀 · 曹章煥. 1975. 小麥品質檢定方法. 作物改良研究事業所.
7. Finney, K. F. and W. T. Yamazaki. 1973. Quality of hard, soft and drum wheat. Wheat and Wheat Improvement. ed. by K. S. Quisenberry: 471 p. Amer. Soc. Agronomy.
8. Ham, Y. S. 1974. Studies on grain filling and quality changes of hard and soft wheat grown under the different environmental conditions. J. Korean Sci. 17:1 - 44.
9. 平野壽助 · 吉田博哉 · 江口久夫. 1969. 暖地における小麥の良質化栽培に關する研究. Ⅲ. 收穫時期, 乾燥劑散布および乾燥方法と品質との關係. 中國農業試驗場報告 A. 17:113 - 126.
10. Irvine, G. N. and J. A. Anderson. 1949. Factors affecting the color of macaronic. I. Fractionation of the xanthophyll pigments of durum wheats. Cereal Chem. 26:507 - 518.
11. Jenner, C. F. 1970. Relationship between levels of soluble carbohydrate and starch synthesis in detached ears of wheat. Aust. J. Biol. Sci. 23:991 - 1003.
12. Johnson, D. R. and J. W. Tanner. 1972. Calculation of the rate and duration of grain filling in corn (*Zea mays* L.). Crop Sci. 12:485 - 486.

13. Katz, R., A. B. Cardweel, N. D. Collins and A. E. Hostetter. 1959. A new grain hardness tester. *Cereal Chem.* 36:393-401.
14. Kwon, Y. W., J. C. Shin, J. C. Kim, D. J. Yoo, Y. K. Hong and J. K. Park. 1980. Maturation characteristics and optimum harvest time of barley crop. *Agric. Res. Res. Rpt. Gyeonggi P. ORD.* 1:59-67.
15. 農林水産省農事試験場. 1981. 小麥品質の地域的變動に關する研究. 農事試験場 研究資料 No.4.
16. 朴文雄. 1974. CIMMYT 의 小麥品質檢定方法에 대하여. 農村振興廳 作物試驗場.
17. Scott, G. E., E. G. Heyne and K. F. Finney. 1957. Development of the hard red winter wheat kernel in relative to yield, test weight, kernel weight, moisture content, and milling and baking quality. *Agron. J.* 49:509-513.
18. Seibel, W. and H. Zwingelberg. 1960. Weizensorte und diagramm der versuchsmuhle. *Die Muhle.* 97:600-604.
19. Simmonds, D. H. and T. P. O'Brien. 1981. Morphological and biochemical development of the wheat endosperm. *Advances in cereal science and technology.* Vol. IV. p.5. ed. by Y. Pomeranz. Amer. Assoc. Cereal Chemists.
20. Singh, H. G. and C. A. Lamb. 1960. Mineral and protein content of wheat grain as influenced by variety, soil, and fertilizer. *Agron. J.* 52:678-680.
21. Skarsaune, S. K., V. L. Youngs and K. A. Gilles. 1970. Changes in wheat lipids during seed maturation. I. Physical and chemical changes the kernel. *Cereal Chem.* 47:522-532.
22. 柳龍煥·河龍雄·崔彰烈. 1983. 地域 및 播種期 差異가 小麥의 登熟 및 品質에 미치는 影響. 韓國作物學會誌 28:368-378.