

## 한국산 소맥과 수입 소맥의 무기질 특성과 phytate 비교

고봉경 · 임승택\* · 이귀주\*\*

계명대학교 식품영양학과, \*고려대학교 생명공학원, \*\*고려대학교 가정교육학과

### A Comparison of Characteristics of Minerals and Phytate between Korean and Imported Wheat Varieties

Bong-Kyung Koh, Seung-Taik Lim\* and Gui-Ju Lee\*\*

Department of Food and Nutrition, Keimyung University,

\*Graduate School of Biotechnology, Korea University

\*\*Department of Home Economics Education, Korea University

#### Abstract

A Comparative study was performed among five Korean wheat(*Greu, Eunpa, Tapdong, Allgreu, Woori*) and three imported wheat(*Dark Northern Spring, Austrian Standard Wheat, Western White*) to investigate the characteristics of minerals and phytate from Korean wheat varieties. Ash contents of kernel was higher in Korean wheat than in imported wheat and related to ash contents and darkness of flour. More contents of Fe, P, and Mg from Korean wheat grains and Fe from Korean wheat flours were observed in comparison to imported wheat varieties. Fe concentration in Korean flour show high, indicating Fe was distributed at endosperm layer of kernels and not eliminated with milling. In addition, phytate affecting availability of minerals was determined from kernels and flours. Even though Korean wheat kernels had more phytate than that of imported wheat kernels, it is believed that most of phytate was removed with milling and there was no major difference between Korean and imported wheat flours. We also observed that the content of phosphate closely parallels the content of phytate from both the flours and kernels.

Key words : Korean wheat flour, ash content, color, mineral composition, phytate content

#### 서 론

1997년도 연간 소맥의 수입량은 3,322,000톤이며 국내 생산량은 7,000톤에 불과하여 한국산 소맥의 국내 자급률은 0.2%에 이르고 있으며, 양곡 수입액의 40%를 밀의 수입에 지출하고있는 실정이지만, 한국인 1인당 소맥 소비량은 33.7 kg으로 전체 양곡 소비량의 20%를 차지하고 있다<sup>(1)</sup>. 따라서 국내 소비시장의 소맥 자급률을 높이기 위하여 전적으로 수입에 의존하는 소맥을 국내 생산으로 대체할 필요가 있다. 그러나 한국산 소맥은 외국산 소맥에 비하여 제품성의 문제점과 더불어 가격 경쟁력이 약하며 생산성도 낮은 실정<sup>(2,3)</sup>이므로 한국산 소맥 특유의 영양학적 특성 규명과 더

불어 한국밀 특유의 물성에 적합한 가공방법의 개발은 한국산 소맥을 고부가가치 상품으로 전환하여 상품성을 극대화할 수 있으리라 생각된다.

제분된 소맥분(밀가루)의 주성분은 단백질과 탄수화물이며 회분은 0.5% 이하의 소량 함유되어 있다. 밀가루의 소량 회분은 영양성분으로써의 중요성 뿐 아니라 밀가루의 물성과 색을 결정하는 품질 지표로서 널리 이용되는데<sup>(4,5)</sup>, 단백질이 밀의 품종에 따른 품질 지표라면 회분의 함량은 제분에 따른 품질 지표로서 일차적으로 쓰여진다<sup>(4,6)</sup>. 소맥의 회분 함량은 1.5% 정도이며 대부분이 겨층과 호분층에 함유되어 있다. 제분과정 중 대부분의 회분은 겨층 및 호분층과 함께 제거되어 밀가루는 0.3% 정도의 매우 미량의 회분을 함유하지만 제분과정에서 기술의 차이에 따라서 대부분의 밀가루에는 어느 정도의 겨층과 씨눈 등이 섞여 있으므로 회분 함량이 증가되기 때문에 회분의 함량은 제분의 지표가 된다<sup>(4,7)</sup>. 일반적으로 회분 함량이 많은 밀가루는 색이 검고 반죽의 물성이 좋지 못하여 품질이

Corresponding author : Koh, Bong Kyung, Dept of Foods and Nutrition, Keimyung University, 1000, Sin-dang dong, Dal-suh gu, Dae-gu, Korea, 704-701  
Tel : 82-53-580-5876  
Fax : 82-53-580-5885  
E mail : kohfood@kmucc.keimyung.ac.kr

좋지 못한 것으로 판정된다<sup>(4,5)</sup>. 그러나 실제로 무기질은 제빵적성에 영향을 미치지 않고 무기질 이외의 다른 화합물들 즉 phenol성 flavonoids 등이 글루텐의 반죽 형성에 화학적 영향을 미치어 반죽의 점탄성을 변하게 한다. 또한 Fe를 제외한 무기질 성분은 밀가루의 색에 영향을 미치지 않으나 유입된 phenol성 화합물 등이 제분과정에서 산화작용에 의한 갈변현상을 일으킴으로써 밀가루의 색이 검어 진다<sup>(4)</sup>. 따라서 회분의 함량이 높은 밀가루는 제분과정에서 겨와 씨눈 등으로부터 유입되는 화합물의 함량이 높으므로 일반적으로 회분의 함량이 많은 밀가루는 물성과 색이 나빠서 밀가루의 품질이 좋지 못한 것으로 판정된다. 그러나 어떠한 밀 품종은 유전적으로 또는 소맥의 재배지역 특히, 토질에 의하여 배유에 다량의 회분을 함유하고 있는 경우도 있으므로 이러한 밀은 제분상태와 관계없이 회분의 함량이 높다. 따라서 회분함량 자체만으로 제분의 지표로 이용하거나 제빵성의 지표로 사용하기 힘든 경우도 있다<sup>(4,6)</sup>.

회분은 이러한 물성과 색의 품질 지표로서 이용될 뿐 아니라 무기질 조성은 밀가루의 영양학적 측면에서도 고려할 사항이다. 무기질의 조성은 유전적 요소와 재배지역의 환경에 영향을 받으므로 재배지역과 품종에 따라서 조성 비율에 상당한 차이를 나타낸다. Peterson 등<sup>(8)</sup>은 무기질 조성이 환경적인 요인 뿐 아니라 품종의 유전적 요인에 더욱 높은 상관관계가 있다고 하였으며 Davis 등<sup>(9)</sup>은 동일 품종의 밀일지라도 재배지역에 따라서 무기질 조성이 달라서 Fe는 51~133 ppm, Zn는 24~57 ppm, Cu는 1~8 ppm, Mg는 35~65 ppm 등의 다양한 함량 차이가 있다고 하였다. 또한 일반적으로 칼슘을 제외한 무기질의 함량은 단백질의 함량이 높은 강력분이 단백질의 함량이 적은 박력분보다 많아서 단백질의 함량과 무기질 함량간의 상관관계가 보고되었다<sup>(5)</sup>. 김 등<sup>(2)</sup>의 한국산 소맥에 대한 연구는 P, K과 Ca의 함량이 외국산 밀에 비하여 한국산이 많으며 Al 과 Si의 함량은 비슷하거나 조금 많다고 하였다.

이러한 무기질의 영양적 가치를 결정하는 요인은 무기질의 생체 흡수율에 따라서 영향을 받게 된다<sup>(5,10-12)</sup>. 특히 곡류식품의 경우 섬유소, phytate, oxaloacetate 등의 함유량에 따라서 흡수가 저해되는 것으로 알려지고 있는데, 특히 밀의 phytate는 단백질에 대한 효소 반응을 억제하고, Ca, Mg, Fe,과 Zn 등의 무기질 이온들과 결합하여 불용성 화합물을 형성하기 때문에 밀가루의 미량원소의 생체 이용을 저해한다<sup>(5,12)</sup>. 그러나 밀가루의 phytate는 제빵과정에서 반죽이 발효되는 동

안 phytate 함량이 반으로 감소되며, 발효된 후 측정된 phytate의 3/4 정도는 가용성 섬유소에서 검출되었다고 보고되었다<sup>(12,13)</sup>. 반죽의 발효과정에서 전체 Fe 함량의 10%가 phytate와 결합하였고, Zn의 24%와 Ca의 60% 및 Mg의 9%가 가용성 섬유소에서 phytate와 결합을 한 뒤 발효되는 동안 방출되었다<sup>(12)</sup>.

본 연구에서는 일반적으로 회분 함량이 높고 밀가루의 색이 검다고 알려진 한국산 소맥의 특성가운데 무기질에 관련된 특성을 밝히고자, 한국산 소맥과 수입 소맥에 대하여 비교 연구를 하였다. 품종이 개량된 5가지 한국산 소맥과 3가지 종자의 수입 소맥을 선정하여, 회분 함량을 측정하였으며 이와 관련된 밀가루와 반죽의 색에 대한 관계를 조사하였고 무기질의 조성을 분석하였으며 생체내 무기질 흡수에 영향을 미치는 phytate 함량에 대하여 연구하였다.

## 재료 및 방법

### 실험재료 및 제분

실험에 사용되는 소맥은 1996년도에 수확하여 우리 밀 살리기 운동본부에서 공급받은 그루(경남 합천), 탐동(전남 광진), 은파(전북 광주), 울그루(충남 예산), 우리(경남 진주) 등의 5품종의 한국산 소맥과, 미국산 연질밀 Western White(WW), 미국산 경질밀 Dark Northern Spring(DNS) 및 호주산 연질밀 Austrian Standard Wheat(ASW) 등 3품종의 수입 소맥을 제일제당으로부터 공급받아 사용하였다.

밀가루의 제분은 통밀을 실온에서 24시간 tempering 하여 수분이 15.5%가 되도록 가수 처리하고 Buhler Mill(MN 55440, Swiss)로 제분하였으며, sifter flour를 제외하고 break flour(1B-3B)와 reduction flour(1M-3M)를 합하여 분석 시료로 사용하였다.

### 회분정량

밀가루와 제분되지 않은 통밀의 조 회분은 AACC 08-01 방법<sup>(14)</sup>을 이용하여 측정하였고 모두 3회 반복하여 정량 한 뒤 그 평균값을 구하였다.

### 색도 측정

Color and color difference meter(TC-3600, Denshoku Co., Japan)를 이용하여 밀가루와 반죽의 색을 측정하여 L, a, b 값으로 표시하였다. 반죽의 색은 10 g mixograph을 이용하여 AACC method 54-40에 따라 반죽을 하고 건조를 방지하기 위하여 polyethylene rap을 씌운 후 즉시 측정되었다.

**Table 1. Operation condition for ICP**

|                    |  |
|--------------------|--|
| Power              | 1 KW for aqueous   |
| Nebulizer pressure | 3.5 bar for Meinhard type C                              |
| Aerosol flow rate  | 0.25 L/min   |
| Argon flow rate    | 11 L/min   |
| Auxiliary gas      | 0.3 L/min for multielement analysis of aqueous solutions |
| Cooling gas        | 12 L/min   |

**무기질의 조성 분석**

품종별 밀가루와 통밀 시료 각각 0.2 g을 5 mL의 65% HNO<sub>3</sub>와 30% H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 혼합용액을 가하여 200°C에서 용해한 후, 산을 휘발시켰다. 산 분해된 시료는 증류수로 100배 희석하여 ICP(Inductively coupled plasma, Jobin Yvon Model JY 38 Plus, France)를 사용하여 Table 1의 조건으로 분석하였다.

**Phytate 정량**

통밀과 밀가루의 phytate 함량은 Haug와 Lantzsch<sup>(15)</sup>의 방법에 따라서 정량 하였다. 시료 0.1 g을 0.2 N HCl 20 mL에 용해한 뒤 원심분리(27,720×g, 30 min, Hitachi 20PR-52D, Japan)하고 상등액 0.5 mL에 ferric solution 1 mL를 첨가하였다. 혼합 용액이 들어있는 용기의 뚜껑을 덮고 30분 동안 끓인 뒤 얼음물에서 실 내 온도로 15분간 식힌 후, 5분간 원심분리하여 상등액 1 mL를 취하고 상등액에 1.5 mL의 2,2'-bipyridine solution을 넣었다. 혼합 용액을 잘 섞은 뒤 spectrophotometer(Kottron instruments, Italy)를 이용하여 519 nm에서 흡광도를 측정하고, phytate(Dodecasodium salt hydrate, Aldrich Chem. Co.)를 표준물질로 작성한 표준 곡선에 의해 phytate를 정량 하였다.

**통계분석**

실험을 통하여 얻은 결과는 SAS(Statistical analysis system)<sup>(16)</sup>를 이용하여 실험 측정치간의 상관관계를 조

**Table 2. Flour extraction (%) and crude ash content (%) of whole wheat and flours**

|                       | Flour Extraction <sup>1)</sup> | Ash <sup>2)</sup> |       |
|-----------------------|--------------------------------|-------------------|-------|
|                       |                                | Whole Wheat       | Flour |
| Greu                  | 60.52                          | 1.61              | 0.55  |
| Eunpa                 | 62.12                          | 1.73              | 0.62  |
| Tapdong               | 63.70                          | 1.57              | 0.54  |
| Allgreu               | 61.24                          | 1.52              | 0.52  |
| Woori                 | 57.41                          | 1.71              | 0.61  |
| DNS                   | 63.95                          | 1.67              | 0.58  |
| ASW                   | 61.45                          | 1.30              | 0.56  |
| WW                    | 65.64                          | 1.37              | 0.49  |
| Average <sup>3)</sup> | 62.00                          | 1.56              | 0.56  |

<sup>1)</sup>Milling extraction rate are presented as percent of total grain weight in break flour (1B-3B) and reduction flour (1M-3M).

<sup>2)</sup>All values are averages of 3 experiments.

Standard deviation of average less than 0.0001 was not indicated.

<sup>3)</sup>Average value was calculated from 8 whole wheats and flours.

사하기 위하여 회귀분석을 하였다.

**결과 및 고찰**

동일한 조건에서 제분하였을 때 8가지 품종의 밀가루 수율은 Table 2와 같이 탐동과 은파는 62%인 평균 수율 이상이 되지만, 그루와 올그루, 우리 등의 품종은 평균 수율 보다 적었다. 제분된 밀가루의 회분 함량은 Table 2에 나타난 바와 같이 한국산 소맥 가운데 은파와 우리는 평균 회분 함량인 0.56% 보다 많은 양의 회분을 함유하고 있다. 제분되지 않은 한국산 통밀은 올그루를 제외하고 모두 수입 밀과 비교하여 많은 양의 회분이 함유되어 있었으며, 특히 우리와 은파밀의 회분함량은 1.71%와 1.73%로 다른 품종에 비해 많았다.

Table 3에서 보는 바와 같이 탐동을 제외한 한국산

**Table 3. Color<sup>1)</sup> of flour and dough**

|                     | Greu  | Woori | Eunpa | Tapdong | Allgreu | DNS   | ASW   | WW    |
|---------------------|-------|-------|-------|---------|---------|-------|-------|-------|
| Flour               |       |       |       |         |         |       |       |       |
| L                   | 88.7  | 89.7  | 87.9  | 89.2    | 88.7    | 89.6  | 91.3  | 91.4  |
| a                   | 0.2   | 0.0   | 0.8   | 0.3     | 0.3     | 0.2   | -0.7  | -0.9  |
| b                   | 9.0   | 9.1   | 11.3  | 9.0     | 7.8     | 10.5  | 9.9   | 10.0  |
| Dough <sup>2)</sup> |       |       |       |         |         |       |       |       |
| L                   | 78.4  | 79.3  | 79.2  | 78.5    | 77.1    | 80.6  | 80.5  | 82.2  |
| a                   | -18.5 | -17.5 | -18.4 | -17.1   | -22.0   | -16.3 | -15.1 | -13.2 |
| b                   | 16.3  | 16.4  | 17.5  | 16.0    | 16.3    | 15.5  | 15.4  | 15.5  |

<sup>1)</sup>L indicates white-black, a indicates red-green and b indicates yellow-blue.

<sup>2)</sup>Color was measured immediately after mixing.

Table 4. Correlation coefficients between ash contents and color of whole wheat, flour, and dough

|       |     | whole wheat | flour | flour   |        |      | dough |       |
|-------|-----|-------------|-------|---------|--------|------|-------|-------|
|       |     | ash         | ash   | L       | a      | b    | L     | a     |
| flour | ash | 0.71*       |       |         |        |      |       |       |
|       | L   | -0.79*      | -0.45 |         |        |      |       |       |
| flour | a   | 0.83**      | 0.55  | -0.97** |        |      |       |       |
|       | b   | 0.16        | 0.47  | 0.07    | 0.03   |      |       |       |
| dough | L   | -0.40       | -0.14 | 0.77*   | -0.71* | 0.63 |       |       |
|       | a   | -0.34       | -0.07 | 0.55    | -0.56  | 0.46 | 0.69  |       |
|       | b   | 0.68        | 0.57  | -0.82*  | 0.77*  | 0.16 | -0.53 | -0.09 |

\*significant at  $P < 0.05$ , \*\*significant at  $P < 0.01$

Table 5. Mineral composition (ppm, dry basis) of whole wheat and wheat flours from the references<sup>(8,18,19)</sup>

| reference     | mineral | K    | Cu        | Fe      | Ca  | Zn       | Mg   | P    | Mn      |
|---------------|---------|------|-----------|---------|-----|----------|------|------|---------|
| Whole Wheat   |         |      |           |         |     |          |      |      |         |
| Peterson      |         | 1762 | 2.8       | 18.5    | 217 | 11.1     |      |      |         |
| Burk          |         |      | 1.8-6.2   | 18-31   |     | 21-63    |      |      | 24-37   |
| Czerniejewsk  |         | 4540 | 5.3       | 43      | 450 | 35       | 1830 | 4330 | 46      |
| Flour         |         |      |           |         |     |          |      |      |         |
| Peterson      |         | 1617 | 2.7       | 10.3    | 211 | 6.6      | 837  | 855  | 5.8     |
| Burk          |         |      | 0.62-0.63 | 3.5-9.1 |     | 3.4-10.5 |      |      | 2.1-3.5 |
| Czerniejewski |         | 1050 | 1.7       | 10.5    | 180 | 7.8      | 280  | 1260 | 6.5     |

밀가루는 수입 밀가루와 비교하여 백색도를 나타내는 L 값이 낮은 것을 알 수 있다. ASW와 WW 밀가루는 높은 명도를 나타내지만 한국산 소맥 밀가루 가운데 특히 울그루, 은과, 그루 등은 명도가 낮다. 밀가루는 반죽되면 색의 변화가 진행되는데 특히 한국산 밀가루 반죽의 L 값과 a 값은 수입밀 반죽에 비하여 훨씬 많이 변하는 것을 관찰할 수 있다.

통밀의 회분 함량과 제분되어진 밀가루의 회분 함량에 관한 상관도를 조사한 Table 4의 결과는 통밀의 회분 함량이 많을수록 밀가루의 회분 함량도 증가되는 것( $r = 0.71$ )을 나타낸다. 일반적으로 밀가루의 회분 함량은 밀의 제분 방법 즉 가수한 수분함량 및 제분 방법 등에 따라 변화 될 수 있으므로<sup>(4,5)</sup> 경질맥인 DNS의 가수 양을 달리하여 제분하면 또 다른 결과를 얻을 수 있을 것으로 예상되나, 본 연구에서는 8가지 밀 품종에 대하여 동일한 조건으로 가수 처리하여 제분하였다. 밀가루의 회분함량은 제분 기술에 따라서 함량이 증가하며 회분 함량이 많아지면 밀가루의 물성이 변화하고 색이 검어 지는 것으로 일반적으로 알려져 있다. 그러나 한국산 소맥에 대한 전보 연구<sup>(17)</sup>에 따르면 회분함량과 반죽의 물성 간에는 뚜렷한 상관관계가 없으나 회분 함량과 색깔과의 관계를 조사한 Table 4의 결과를 보면 밀가루의 색은 밀가루의 회분 함량보다는 통밀 자체의 회분 함량과 높은 상관관계

가 있는 것을 알 수 있다. 밀 종자 자체의 회분 함량이 많을수록 밀가루의 색이 검고 적색도를 나타내는 a값이 높다. 또한 한국산 밀가루의 명도는 적색도를 나타내는 a값과 높은 상관관계를 나타내는 것으로 미루어 보아, 한국산 밀가루의 붉은 색에 의하여 밀가루의 명도가 저하됨을 알 수 있다. 또한 밀가루의 명도와 적색도 값이 클수록 반죽의 색깔 변화에 많은 영향을 미치는 것을 볼 수 있다.

외국산 통밀과 밀가루의 무기질 조성에 대한 연구를 종합한 Table 5<sup>(8,18,19)</sup>의 여러 결과에서 보듯이 밀의 여러 가지 무기질 함량은 각각의 연구에 따라서 상당한 차이를 나타내는 것을 볼 수 있다. 이러한 차이는 분석 시료의 제분조건, 품종, 재배환경 등의 시료 자체의 차이와 더불어 분석 방법에 따라서 상당한 차이를 나타내는 것으로 생각된다. 본 연구에 사용된 수입 밀들의 무기질 조성을 ICP를 이용하여 분석한 Table 6의 결과를 보면 각각의 무기질 함량에 대한 다양한 편차가 있으나 Table 5의 여러 연구들 가운데 Czerniejewsk<sup>(19)</sup>의 결과와 가장 흡사하였다.

밀가루의 무기질은 울그루 밀의 Fe를 제외하고 이미 알려진 바<sup>(2,4,8)</sup>와 같이 통밀에 비하여 밀가루 각각의 무기질 함량은 감소되어 있음을 알 수 있었다. 이러한 무기질의 감소는 제분과정에서 많은 양의 무기질이 저층과 호분층으로부터 제거되었기 때문이다<sup>(2,4,8)</sup>.

Table 6. Mineral composition (ppm, dry basis) of whole wheat and flours

|             | K       | Cu   | Fe    | Ca     | Zn    | Mg      | P       | Mn    | Pb                 |
|-------------|---------|------|-------|--------|-------|---------|---------|-------|--------------------|
| Whole Wheat |         |      |       |        |       |         |         |       |                    |
| Greu        | 4706.00 | 6.81 | 57.41 | 453.79 | 39.40 | 1325.00 | 3794.88 | 69.00 | D.L. <sup>1)</sup> |
| Eunpa       | 4945.96 | 1.35 | 59.51 | 449.94 | 35.10 | 1465.00 | 4454.72 | 51.25 | 73.68              |
| Tapdong     | 5795.05 | 4.14 | 50.65 | 415.02 | 30.90 | 1455.00 | 3954.14 | 60.46 | 31.26              |
| Allgreu     | 4212.34 | 4.21 | 57.72 | 332.44 | 26.30 | 1460.00 | 3813.88 | 47.36 | 44.40              |
| Woori       | 6861.55 | 4.72 | 69.80 | 316.27 | 30.50 | 1465.00 | 4588.66 | 37.64 | 22.31              |
| DNS         | 5149.66 | 3.86 | 36.15 | 426.91 | 33.90 | 1755.00 | 4034.18 | 41.26 | D.L.               |
| ASW         | 5130.42 | D.L. | 47.48 | 481.21 | 17.70 | 1125.00 | 2622.51 | 60.47 | 28.89              |
| WW          | 5428.13 | 4.19 | 37.13 | 435.08 | 22.20 | 1255.00 | 2802.96 | 40.89 | 82.52              |
| Flour       |         |      |       |        |       |         |         |       |                    |
| Greu        | 1352.87 | D.L. | 24.20 | 202.93 | 8.75  | 232.50  | 1021.00 | 10.36 | 56.33              |
| Eunpa       | 1242.40 | D.L. | 55.96 | 235.70 | 7.05  | 221.50  | 1161.13 | 6.62  | 63.52              |
| Tapdong     | 1894.56 | D.L. | 24.06 | 258.19 | 10.70 | 372.00  | 1242.47 | 9.60  | 40.63              |
| Allgreu     | 1147.96 | D.L. | 78.08 | 229.33 | 6.55  | 220.50  | 980.08  | 8.20  | 30.71              |
| Woori       | 1879.25 | D.L. | 57.38 | 187.92 | 7.30  | 207.00  | 1103.69 | 7.66  | 31.82              |
| DNS         | 1687.32 | D.L. | 13.95 | 191.11 | 15.50 | 394.50  | 1265.49 | 7.92  | D.L.               |
| ASW         | 2149.69 | D.L. | 13.52 | 184.11 | 6.25  | 390.50  | 865.20  | 6.39  | 31.07              |
| WW          | 1876.59 | D.L. | 19.91 | 217.19 | 5.95  | 228.00  | 907.80  | 8.29  | 57.83              |

<sup>1)</sup>Detection limit which was the concentration of Pb, Cu and Cd was 0.05 ppm, 0.03 ppm, and 0.005 ppm, respectively.

Table 7. Phytate<sup>1)</sup> and phytate phosphate content<sup>2)</sup> (ppm, dry basis) of whole wheat and flours

|         | Whole wheat    |           | Flour          |           |
|---------|----------------|-----------|----------------|-----------|
|         | phytate        | phosphate | phytate        | phosphate |
| Greu    | 3095.88±51.86  | 623.31    | 843.61±57.91   | 169.85    |
| Eunpa   | 3554.77±104.30 | 711.68    | 1059.18±106.15 | 213.25    |
| Tapdong | 2475.83±192.38 | 498.47    | 1141.64±4.56   | 229.85    |
| Allgreu | 2831.35±53.65  | 570.05    | 640.53±116.13  | 128.96    |
| Woori   | 3190.23±89.11  | 642.31    | 779.42±177.79  | 156.93    |
| DNS     | 2086.15±143.97 | 420.02    | 1241.07±3.87   | 249.87    |
| ASW     | 1740.55±143.97 | 350.43    | 648.72±235.24  | 130.61    |
| WW      | 1982.02±165.05 | 399.05    | 641.74±2.32    | 129.20    |

<sup>1)</sup>Values are averages of three experiments standard deviation.

<sup>2)</sup>Phosphate from phytate was calculated as phytate content x MW of 6 phosphate/MW of phytate.

한국산 통밀의 Fe는 수입 밀들에 비하여 많이 함유되어 있으며, 또한 DNS를 제외하고 P과 Mg 등의 함량이 외국산 통밀에 비하여 많았다. 그러나 통밀의 Mg 함량은 1325~1465 ppm 인데 반하여 탐동밀을 제외하고 밀가루에서는 207.00~232.50 ppm으로, 394.50~228.00 ppm을 함유한 수입 소맥들에 비교하여 상대적으로 적은 양이 검출되었으므로, 한국산 소맥의 Mg는 호분층과 겨층에 많이 분포하여 제분과정에서 유실된 것으로 생각된다. 통밀의 P 함량은 3794.88~4588.66 ppm 이며 밀가루의 P 함량은 980.08~1242.47 ppm으로서 DNS를 제외하면 전반적으로 국내산 소맥에 P의 함량이 많았으나, 올그루 밀가루의 P 함량은 980.08 ppm으로 865.20 ppm인 ASW나 907.80 ppm인 WW와 비슷한 분포를 보였다. 한국산 소맥의 무기질 함량 가운데 가장 특이 한 점은 Fe의 조성으로써, 통밀의 철

분 함량은 수입 밀들 보다 월등히 많은 69.80~50.65 ppm 정도가 검출되었으며, 제분된 밀가루도 여전히 Fe의 함유량이 24.06~78.08 ppm으로 많은 양 함유되었다. Table 5에 나타난 외국 밀의 연구 결과들에 의하면 통밀의 Fe 함유량은 18~43 ppm, 밀가루는 3.5~10.5 ppm 정도로서 시료로 사용된 세 가지 수입 밀의 철분 함량보다 약간 적은 수치이지만, 한국산 소맥은 이러한 연구 결과들 보다 월등히 많은 양의 철분 함량을 갖고 있었으며 대조구로 이용된 세 가지 수입 밀들에 비하여도 월등히 많았다. 특히 올그루밀은 제분된 밀가루의 철분의 함량이 통밀보다 더 많으며 그밖에 은파와 우리 등의 밀도 제분된 밀가루의 철분 함량이 통밀과 비교하여 크게 차이가 나지 않는 점으로 미루어 보아, 한국산 소맥의 철분은 주로 배유에 분포되어 제분 과정에서 제거되지 않아서 밀가루의 철분 농도가

Table 8. Correlation coefficients of ash, phytate and phosphate content of whole wheat and flours

|             | Ash         |       | Phyate      |        | P           |
|-------------|-------------|-------|-------------|--------|-------------|
|             | whole wheat | flour | whole wheat | flour  | whole wheat |
| Phytate     |             |       |             |        |             |
| whole wheat | 0.77*       | 0.55  |             |        |             |
| flour       | 0.63        | 0.42  | 0.15        |        |             |
| P           |             |       |             |        |             |
| whole wheat | 0.97**      | 0.68  | 0.80**      | 0.55   |             |
| flour       | 0.78*       | 0.50  | 0.31        | 0.94** | 0.76*       |

\*significant at  $P < 0.05$ , \*\*significant at  $P < 0.01$

높은 것으로 생각된다.

철분은 이미 알려진 영양학적 중요성과 더불어 밀가루의 물리적 제품 특성에도 영향을 미칠 것으로 생각된다. Graveland 등<sup>(20)</sup>은 반죽의 물성에 관한 연구에서 밀가루 내의 철분은 glutenin I과 metal-protein complex를 형성하여 반죽과정에서 disulfide 결합을 환원함으로써 반죽의 gluten 형성을 변화시키는 반응 mechanism의 구성 원소라고 밝히고 있다. 그밖에 Fe은 밀가루의 색을 붉게 하고 맛에 영향을 주는 것으로 일반적으로 알려져 있지만, 밀가루와 관련된 구체적인 연구 보고가 아직 없다. 따라서 Fe이 밀가루의 맛과 색 등의 물리적 품질 특성에 미치는 연구는 한국산 소맥의 특성을 밝힐 수 있는 하나의 방법이 될 것으로 생각된다.

한국산 소맥의 phytate 함량을 외국산 소맥과 비교하였을 때, Table 7에 나타난 바와 같이 제분하지 않은 통밀은 탐동을 제외한 한국산 소맥의 phytate 함량이 수입 소맥에 비하여 뚜렷이 많은 것을 알 수 있다. 그러나 제분된 밀가루의 phytate 함량은, 가장 많은 양 함유하고 있는 DNS와 탐동을 제외하고 한국산 밀가루와 외국산 밀가루간에 뚜렷한 차이를 보이지 않았다. 즉 한국산 통밀의 phytate는 제분 과정에서 많은 양 제거된 것으로 믿어진다. 이러한 사실은 Table 8의 결과에서도 확인할 수 있는데, 통밀의 phytate와 밀가루의 phytate 함량간에는 유의적 상관 관계( $r = 0.15$ ) 없었으므로 통밀의 phytate 함량과 밀가루의 phytate 함량간에는 서로 관련이 없으며, 수입밀에 비하여 한국산 통밀은 phytate 함량이 많으나 밀가루에는 특별히 많은 양 phytate가 함유되어 있지 않았다.

Phytate는 P과 결합되어 있으므로 phytate의 함량과 P의 함량간에는 서로 상관관계가 있는 것으로 알려졌는데<sup>(21)</sup>, 8가지 밀 품종의 P과 phytate의 함량의 간의 상관관계를 조사한 결과, Table 8에 나타난 바와 같이 밀가루의 P와 phytate 함량간의 상관 계수,  $r = 0.94$  ( $p < 0.01$ )이며 통밀의 P와 phytate 간의 상관관계는 상

관 계수,  $r = 0.80$  ( $p < 0.01$ )로서 모두 높은 유의적 상관 관계를 갖는 것으로 미루어 볼 때 제분하지 않은 한국산 소맥의 P는 외국산 소맥과 비교하여 많은 양이 phytic acid와 결합된 형태로 거층에 존재하므로 제분 과정에서 많은 양의 P가 제거되는 것으로 생각된다.

## 요 약

한국산 소맥 고유의 무기질에 관한 특성을 조사하기 위하여, 한국산 소맥 5품종과 외국산 소맥 3가지 품종의 회분함량과 밀가루 및 반죽의 색깔, 무기질 조성 and phytate 함량을 조사하였다. 한국산 밀 품종은 수입 소맥보다 회분 함량이 많으며 통밀의 회분 함량이 많을수록 밀가루의 회분 함량도 증가되었다. 또한 통밀의 회분 함량이 증가하면 밀가루의 적색도가 높아지며 따라서 백색도가 저하되는 상관관계를 볼 수 있었다. 한국산 통밀의 무기질 조성은 Mg, Fe과 P 등이 수입소맥들과 비교하여 많이 함유되어 있으며, 제분된 밀가루에서는 Fe의 함량이 수입소맥들과 비교하여 특히 많이 함유되어 있었다. Fe은 통밀과 밀가루 모두에서 한국산 소맥에 월등히 많은 양 함유되어 있는 것으로 미루어 Fe은 제분과정에서 제거되지 않으며, 겨와 호분층 이외에 배유에도 분포되어 있기 때문에 제분된 뒤에도 Fe은 밀가루에서 많은 양 검출되는 것으로 생각된다. 무기질의 흡수를 제해하는 phytate는 한국산 소맥이 수입소맥들과 비교하여 많은 양 함유되어 있었으나, 제분된 밀가루에서는 함량에 있어서 큰 차이를 나타내지 않고, 밀가루와 통밀의 phytate 함량간에 유의적 상관 관계가 없는 것으로 보아 많은 양의 phytate가 제분과정에서 제거되는 것으로 생각된다. 또한 통밀의 phytate 함량과 통밀의 P 함량간에는 유의적 상관관계가 확인되며 밀가루의 phytate 함량과 밀가루의 P의 함량간에도 유의적 상관관계가 확인되어 한국산 소맥의 P는 phytate 내에 존재하는 P가 상당부분 차지하며, phytate가 제분과정에서 제거되기 때

문에 많은 양의 P도 제거되는 것으로 생각된다.

### 감사의 글

본 연구는 한국과학재단 특정 연구과제(과제번호 96-0402-06-01-3)의 일부로 지원에 감사드립니다. 한국산 밀을 제공하여 주신 (주)우리밀과 외국산 밀을 제공하고 제분에 도움을 주신 (주)제일제당에 감사드립니다.

### 문헌

1. Ministry of Agriculture and Forestry. Overall Food Grain Supply and Demand in Rice Year 1997 (Preliminary). pp. 188-189 In: Statistical Yearbook of Agriculture and Forestry. Republic of Korea (1998)
2. Kim, C.T., Cho, S.J., Hwang, J.K. and Kim, C.J. Composition of amino acid, sugars and minerals of domestic wheat varieties. J. Korean Soc. Food Sci. Nutr. 26: 229-235 (1997)
3. Chang, K.G., Shin, H.S. and Kim, S.S. Relation of physicochemical properties and cookie baking potentialities of Korean wheat flours. Korean J. Food Sci. Technol. 16: 149-152 (1984)
4. Hosney, R.C. Minerals. pp 136-137. 2nd ed. In: Principle of Cereal Science and Technology. American Association of Cereal Chemists, St. Paul, MN, USA (1994)
5. Pomeranz, Y. Minerals. Vol. 5, pp. 112-116. 3rd ed. In: Wheat Chemistry and Technology. American Association of Cereal Chemists, St. Paul, MN, USA (1988)
6. Koh, B.K. Proteins and phenolic acids affecting in quality determination of wheat based products. pp 57-62. In: Wheat and Milling Industry. Korean flour milling research society, Seoul, Korea (1998)
7. Farrell, E.P., Ward, A., Miller, G.D. and Lovett, L.A. Extensive analysis of flours and millfeeds made from nine different wheat mixes. Cereal Chem. 44: 39-47 (1967)
8. Peterson, C.J., Johnson, V.A. and Mattern, P.J. Evaluation of variation in mineral element concentrations in wheat flour and bran of different cultivars. Cereal Chem. 60: 450-455 (1983)
9. Davis, K.R., Peters, L.J., Cain, R.F., LeTourneau, D. and McGinnis, J. Evaluation of the nutrient composition of wheat. III. Minerals. Cereal Foods World 29: 246-248 (1984)
10. Erdman, J.W. Bioavailability of trace minerals from cereals and legumes. Cereal Chem. 58: 21-26 (1981)
11. Lee, J.H., Moon, S.J. and Huh, K.B. Influence of phytate and low dietary calcium on calcium, phosphate and zinc metabolism by growing rats. Korean J. Nutrition 26: 145-155 (1993)
12. Frolich, W. and Asp, N.G. Minerals and phytate in the analysis of dietary fiber from cereal III. Cereal Chem. 62: 238-242 (1985)
13. Kheterpaul, N. and Chauhan, B.M. Effect of natural fermentation on phytate and polyphenolic content and In-vitro digestibility of starch and protein of pearl millet (*Pennisetum typhoideum*). J. Sci. Food Agric. 42: 189-195 (1991)
14. AACC. Approved Methods. 9th ed. American Association of Cereal Chemists, St. Paul, MN, USA (1995)
15. Haug, W. and Lantzsch, H.J. Sensitive method for the rapid determination of phytate in cereals and cereal products. J. Sci. Food Agric. 34: 1423-1426 (1983)
16. SAS Institute, Inc. SAS User's Guide. Statistical Analysis Systems Institute, Cary, NC, USA (1990)
17. Koh, B.K. A comparison of protein characteristics of Korean and imported wheat varieties. Korean J. Food Sci. Technol. 31: 586-592 (1999)
18. Burk, R.F. and Solomons, N.W. Trace elements and vitamins and Bioavailability as related to wheat and wheat foods. Am. J. Clin. Nutr. 41: 1091-1102 (1985)
19. Czerniejewski, C.P., Shank, C.W., Bechtel, W.G. and Bradley, W.B. The minerals of wheat, flour, and bread. Cereal Chem. 41: 65-70 (1964)
20. Graveland, A., Bosveld, P., Lichtendonk, W.J. and Moonen, J.H.E. Structure of glutenins and their breakdown during dough mixing by a complex oxidation-reduction system. pp. 59-68 In: Gluten Proteins, Proceeding of 2nd Int. workshop on gluten proteins, Wageningen, The Netherlands (1984)
21. Wheeler, E.L. and Ferrel, R.E. A method for phytic acid determination in wheat and wheat fractions. Cereal Chem. 48: 312-320 (1971)

(1999년 5월 8일 접수)