

## 발아에 따른 몇 가지 맥류의 화학성분 변화

- 연구노트 -

김현영<sup>1</sup> · 황인국<sup>1</sup> · 우관식<sup>2</sup> · 김경호<sup>2</sup> · 김기종<sup>2</sup> · 이춘기<sup>2</sup> · 이준수<sup>1</sup> · 정현상<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>충북대학교 식품공학과  
<sup>2</sup>농촌진흥청 국립식량과학원

## Chemical Components Changes of Winter Cereal Crops with Germination

Hyun Young Kim<sup>1</sup>, In Guk Hwang<sup>1</sup>, Koan Sik Woo<sup>2</sup>, Kyoung Ho Kim<sup>2</sup>, Kee Jong Kim<sup>2</sup>,  
Choon Ki Lee<sup>2</sup>, Junsoo Lee<sup>1</sup>, and Heon Sang Jeong<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>Dept. of Food Science and Technology, Chungbuk National University, Chungbuk 361-763, Korea

<sup>2</sup>National Institute of Crop Science, Rural Development Administration, Gyeonggi 441-857, Korea

### Abstract

This study was investigated the changes of chemical components in winter cereal crops before and after germination for development of functional foods. The contents of general composition (crude protein, lipid, and ash), phytic acid, free sugar, mineral, and fatty acid were analyzed. Crude ash content was slightly decreased after germination but protein contents was slightly increased in oats after germination. Phytic acid content showed the highest increase from 1.09 to 1.56 mg/g in oats after germination. Glucose contents of rye and wheat increased 6 and 3.5 folds after germination, respectively. Also, maltose contents of oat and wheat increased 7.4 and 5.5 folds, respectively. Major fatty acids were palmitic acid, oleic acid and linoleic acid. After germination, palmitic acid and linoleic acid decreased while oleic acid increased in oats and barley. Further studies are needed to investigate the functional components and biological properties of winter cereal crops after germination.

**Key words:** germination, winter cereal crops, chemical component, free sugar, fatty acids

### 서 론

맥류는 일반적으로 귀리, 보리, 쌀보리, 호밀, 밀, 라이밀 등을 총칭하며 약 1만 5000년 전부터 중요한 식용작물로 재배되기 시작하여 최근에는 라이밀 같은 새로운 맥류를 개발하는 데까지 발전해온 작물이다(1). 또한 맥류를 포함한 대부분의 곡류 배아에는 많은 영양 성분들이 포함되어 있으며(2), 배아의 영양성분을 증가시키거나 섭취율을 높이기 위한 발아 공정들이 개발되고 있다(3,4).

발아란 식물의 씨눈에 정해진 유전적 정보가 적당한 환경 하에서 싹이 발생 또는 그 종의 번식을 위해 생명을 시작하는 것으로 종자의 씨눈과 배젖에 있는 비활성상태의 DNA 유전정보와 각종효소, 영양소 등이 외적 환경 여건이 좋아지면 활성화 되어 식물로서의 생명을 시작하는데 발아 시 각종 영양소가 최대한 갖추어지게 된다(5). 씨눈 부분이 발아되면서 영양성분인 단백질과 아미노산, 지방산, 탄수화물, 비타민, 미네랄, 식이섬유 등이 변화하며,  $\gamma$ -orizanol이나 arabinoxylane,  $\gamma$ -aminobutyric acid(GABA), vitamin E 등의 생리활성 성분들도 증가하고 발아 중에 효소가 활성화됨으로써 영양성분들의 체내 흡수가 용이하게 되는 것으로 알려

져 있다(6). 발아에 관한 연구는 종자의 발아 시 탄수화물(7), 단백질과 아미노산(8), 지방산(9,10), 무기질(11) 및 비타민(12)의 함량 변화에 대한 연구가 진행되었으며, 각종 효소나 효소 저해제의 하나인 트립신 저해제의 변화(13)에 관한 연구들이 수행되어 왔다. 또한 곡류 및 두류에 포함되어 있는 phytic acid는 무기물의 체내 흡수를 저해하는 것으로 알려져 왔지만 최근 들어 소장에서 free radical을 생성하는 철과 함께 결합하여 불용성 복합체를 형성하여 자유 라디칼 생성을 억제하므로 항암작용, 항산화 효과 및 체내 지방산화 감소 효과가 보고되어져 관심이 높아지고 있다(14,15).

최근 건강증진 및 질병예방에 대한 관심이 높아지면서 종자를 싹 띄워 먹는 발아 식품에 대한 연구가 활발히 진행되고 있으며, 맥류의 경우 일상생활에서 다양하게 이용되고 있음에도 불구하고 보리를 발아시킨 엿기름을 제외하고는 맥류 자체를 발아시킨 연구는 찾아보기 어려운 실정이다. 따라서 본 연구에서는 맥류 중 귀리, 보리, 호밀 및 밀을 도정하지 않은 전곡상태에서 발아시킴에 따라 변화되는 이화학적 특성을 분석하여 발아 맥류를 이용한 새로운 기능성 소재 및 식품개발의 기초 자료를 제공하고자 하였다.

\*Corresponding author. E-mail: hsjeong@chungbuk.ac.kr  
Phone: 82-43-261-2570, Fax: 82-43-271-4412

## 재료 및 방법

### 재료

본 실험에서 사용한 시료는 농촌진흥청에서 재배 생산된 맥류인 소말귀리(*Avena* spp. L.), 큰알보리 1호(*Hordeum* var L.), 곡우호밀(*Secale cereale* L.), 금강밀(*Triticum aestivum* L.) 4품종을 분양받아 4°C 저온저장고에 저장하면서 실험에 사용하였다.

### 발아 및 시료처리

도정하지 않은 각각의 맥류 10 kg을 수세한 후 10°C 물에 3일간 침지시킨 다음 23°C, 상대습도 80% 조건의 배양기(WGC-450, EYELA, Tokyo, Japan)에서 2~3일간 발아시켜 싹의 길이가 1~1.5 cm 정도 되면 발아를 정지시키고 60°C의 열풍건조(WFO-450PD, EYELA)에서 3일 동안 건조시킨 후 80 mesh로 분쇄하여(Micro hammer cutter mill type-3, Culatti AG, Zurich, Swiss) 분석용 시료로 사용하였다.

### 일반성분 분석

발아 전과 후 맥류의 일반성분은 AOAC 방법(16)에 따라 측정하였다. 조회분은 550°C 직접 회화법으로, 조지방은 Soxhlet 추출법으로 그리고 조단백질은 semi-micro Kjeldhal 법으로 측정하였다.

### 유리당 분석

발아 전과 후 맥류의 유리당 함량은 Bae 등(17)의 방법을 변형하여 측정하였다. 시료 5 g에 증류수 50 mL를 정용하여 30°C 수욕조에서 30분간 진탕한 후 15,000 rpm에서 20분간 원심분리 한 다음 25 mL로 정용하고 0.45 µm syring filter로 여과시킨 것을 HPLC systems(Waters 2695, Milford, CT, USA)로 분석하였다. HPLC 분석조건으로 칼럼은 carbohydrate analysis(4.6×150 mm, TST, Waters, Newcastle, DE, USA)를 사용하였고, 용매는 acetonitrile-water(75:25 v/v), 유속은 1.5 mL/min으로 분석하였다. 유리당 함량은 시료중의 각 유리당과 동일한 표준물질(Sigma Chemical Co., St. Louis, MO, USA)을 이용하여 작성한 검량선으로부터 계산하였다.

### 무기성분 분석

발아 전과 후 맥류의 무기성분 함량은 AOAC 방법(16)에 따라 건식법으로 측정하였다. 시료 1 g을 550°C에서 완전히 회화한 후 0.25 N HNO<sub>3</sub>을 넣고 GF/C 여과지(90 mm, Whatman, Maidstone, England) 로 여과한 다음 25 mL 정용하여 ICP-AES(Thermo Jarrell Ash, Franklin, MA, USA)로 분석하였다.

### 지방산 분석

지방산 분석은 추출된 조지방 0.5 g에 반응시약(methanol : heptane : benzene : 2,2-dimethoxypropane : H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>=37:36:

20:5:2(v/v)) 2 mL을 넣고 80°C에서 20분간 반응시킨 후 상등액을 질소농축 하여 hexane에 용해시켜 지방산 분석 시료로 사용하였다(18). 지방산 분석은 가스크로마토그래피(Agilent 6850 GC, Agilent Technologies, Wilmington, NC, USA)를 사용하였고 column은 HP-INNOWAX(30 m×0.25 mm, 0.25 µm, Agilent Technologies), 검출기는 flame ionization detector를 사용하였다. 주입구 온도는 250°C, 검출기 온도는 300°C로 하였으며, 오븐 온도는 120°C에서 5분간 유지한 후 분당 5°C씩 230°C까지 올려 5분간 유지하였다. Carrier gas는 N<sub>2</sub>(99.999%)를 사용하였으며 유속은 1.3 mL/min으로 최종 주입되는 양은 1 µL이었다. 지방산 조성은 peak area의 상대적인 비로 나타내었다.

### Phytic acid 분석

발아 전과 후 맥류의 phytic acid 함량은 Haung과 Lantzsch(19)의 방법에 따라 측정하였다. 시료에 2.0% HCl-10% Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 용액 50 mL을 첨가하여 실온에서 3시간 동안 교반 추출하였다. 이 용액을 여과(Whatman paper, No.4) 한 후 FeCl<sub>3</sub> 용액 12 mL을 첨가하여 75분간 가열하였다. 가열 후 실온에서 20분 동안 냉각한 다음 3,200 rpm에서 15분간 원심분리 하여 상층액을 여과(11 µm, Whatman)한 후 50 mL로 정용하였다. 상층액 4 mL을 취한 다음 Wade reagent [0.03%(w/v) FeCl<sub>3</sub>·6H<sub>2</sub>O와 0.3%(w/v) sulfosalicylic acid (Sigma-Aldrich, St. Louis, MO, USA)를 증류수 100 mL로 용해] 1 mL을 첨가하여 10분간 반응시키고 500 nm에서 흡광도를 측정하였다.

### 통계분석

통계분석은 SPSS(Statistical package for the social science, Ver 12.0, SPSS Inc., Chicago, IL, USA) program을 이용하여 각 측정 군의 평균과 표준편차를 산출하였으며 2-sample Student's *t*-test를 이용하여 유의한 차이를 알아 보았다.

## 결과 및 고찰

### 일반성분과 phytic acid 함량 변화

발아 전후 일반성분과 phytic acid 함량 변화는 Table 1에서 보는 바와 같다. 조단백질의 경우 귀리는 발아 전 13.13%에서 발아 후 14.35%로 약간의 증가를 보였지만 다른 품종에서는 큰 변화가 없었다. 조지방 함량은 귀리, 보리 및 호밀이 각각 5.96%에서 6.15%, 2.25%에서 2.63% 및 2.02%에서 2.18%로 발아 후에 약간의 증가를 보였지만 밀은 2.32에서 2.09%로 감소하는 경향을 나타내었다. 조회분은 4품종 모두 발아 전후 1.69~2.54% 범위이었으며, 발아 후에 약간의 감소를 나타내었다. Phytic acid 함량은 귀리가 발아 전에 1.09 mg/g이었던 것이 발아 후에 1.56 mg/g으로 다른 품종에 비하여 가장 많은 증가를 보였지만 호밀과 밀은 발아 후에 감

Table 1. Changes of crude protein, crude lipid, crude ash, and phytate contents in winter cereal crops before (BG) and after (AG) germination

		Crude protein (%)	Crude lipid (%)	Crude ash (%)	Phytate (mg/g)
Oats	BG	13.13±0.12	5.96±0.10	2.54±0.07	1.09±0.12
	AG	14.35±0.02	6.15±0.12	2.42±0.09	1.56±0.02 <sup>**1)</sup>
Barley	BG	12.48±0.05	2.25±0.01	2.38±0.11	1.52±0.05
	AG	12.92±0.02*	2.63±0.03 <sup>***</sup>	2.27±0.05	1.62±0.02
Rye	BG	10.64±0.05	2.02±0.20	1.75±0.08	1.45±0.05
	AG	10.96±0.02	2.18±0.30	1.74±0.08	1.19±0.02*
Wheat	BG	12.67±0.02	2.32±0.17	1.86±0.05	1.93±0.02
	AG	13.15±0.01	2.09±0.21	1.69±0.05	1.83±0.01*

<sup>1)</sup>Results are expressed as the average of triplicate samples with mean±SD; \*p<0.05, \*\*p<0.01 and \*\*\*p<0.001: significantly different on before (BG) and after (AG) germination by Student's *t*-test.

소하는 경향을 나타내었다. 본 연구와 유사하게 메밀(7)의 경우 발아 시 조단백질은 약간의 증가를 보인 반면, 조지방 및 조지방 함량이 큰 변화를 나타내지 않았는데 이와 같은 결과는 발아 및 성장 중 다양한 대사가 이루어짐으로써 영양 성분의 변화가 초래되었기 때문이라 판단된다.

#### 유리당 함량 변화

4종의 맥류에 대한 발아 전후 유리당 함량의 변화는 Table 2에서 보는 바와 같이 보리를 제외하고는 발아 후에 증가하는 경향을 나타내었다. Glucose 함량을 살펴보면 호밀과 밀은 발아 전에 각각 1.75% 및 0.76%이었던 것이 발아 후에는 각각 10.62% 및 2.65%로 다른 품종에 비해 크게 증가하였지만 보리는 6.39%에서 5.19%로 오히려 감소하였다. Fructose는 4종 모두 발아 전 0.56~2.12% 범위이었던 발아 후에는 1.05~2.49% 범위로 약간의 증가가 관찰되었다. Maltose는 귀리와 밀에서 발아 전과 후에 함량의 차이가 크게 나타났는데 특히 귀리의 경우 발아 전 1.36%에서 발아 후 10.06%로 증가하였으며, 보리와 호밀은 발아 전과 후에 큰 차이를 보이지 않았다. Sucrose는 귀리와 보리에서 검출되지 않았으며, 호밀과 밀에서는 약간 검출이 되었지만 발아 전과 후의 차이는 크지 않았다. 이와 같은 유리당 함량의 변화는 발아 시  $\alpha$ -amylase 등과 같은 효소의 활성도가 증가함에 따라 탄수화물 분해가 촉진되어 fructose 및 glucose와 같은 단당류로 전환되었기 때문이라 생각된다(20).

#### 무기성분 함량 변화

4종의 맥류에 대한 발아 전과 후의 무기성분 함량 변화는 Table 3에서 보는 바와 같이 K, Mg, Ca, Na 순으로 많은 함량을 나타내었으며, 발아 전과 후의 차이는 크지 않았다. Ca은 4종 맥류 모두 발아 후에 증가하였지만 K은 감소하는 경향을 나타내었다. 특히 밀의 경우 Ca은 발아 전 6.48  $\mu\text{g/g}$ 에서 발아 후 11.05  $\mu\text{g/g}$ 으로 증가하였으나 K은 발아 전 66.02  $\mu\text{g/g}$ 에서 발아 후 49.90  $\mu\text{g/g}$ 으로 감소하였다. 반면 Na, Cu, Mn, Al 등과 같은 무기성분은 발아 전과 후에 함량 변화가 거의 나타나지 않았다. Ca를 제외한 대부분의 무기질이 발아 전과 후에 함량 변화가 없거나 감소하였는데 이는 종자의 침지 또는 발아 시 무기성분들이 배출되어 발아 후에 무기성분 함량이 감소한 것으로 판단된다(21).

#### 지방산 조성변화

4종의 맥류에 대한 발아 전과 후의 지방산 조성 변화는 Table 4와 같다. 4종의 맥류 모두 포화지방산 중에서는 palmitic acid(C16:0)가 주요 지방산이었고, monoenes 중에서는 oleic acid(C18:1)가 주요 지방산이었으며, T-polyenes에서는 linoleic acid(C18:2)가 주요 지방산이었다. 발아 전의 지방산 조성은 불포화지방산이 74.73~82.87% 범위였으며, linoleic acid가 52.15~60.31%로 가장 많았다. 발아에 따른 지방산 조성의 변화를 살펴보면 palmitic acid(C16:0)는 귀리와 보리에서는 발아 전에 각각 22.89 및 21.42%이었던 것

Table 2. Changes of free sugar contents in winter cereal crops before (BG) and after (AG) germination (Unit: %)

		Glucose	Fructose	Maltose	Sucrose	Total free sugar
Oats	BG	1.34±0.03	0.56±0.08	1.36±0.10	ND <sup>2)</sup>	3.26±0.21
	AG	3.06±0.20 <sup>**1)</sup>	1.87±0.04 <sup>***</sup>	10.06±0.20 <sup>***</sup>	ND	14.99±0.44
Barley	BG	6.39±0.14	2.12±0.03	5.60±0.13	ND	14.11±0.30
	AG	5.19±0.17*	2.23±0.10	5.37±0.26	ND	12.79±0.53
Rye	BG	1.75±0.14	1.14±0.07	0.56±0.06	0.12±0.01	3.57±0.28
	AG	10.62±0.25 <sup>***</sup>	2.49±0.15*	0.46±0.05	0.35±0.01 <sup>***</sup>	13.92±0.46
Wheat	BG	0.76±0.10	0.93±0.05	1.04±0.05	0.52±0.04	3.25±0.24
	AG	2.65±0.25	1.05±0.04	5.69±0.43*	0.39±0.02	9.78±0.74

<sup>1)</sup>Results are expressed as the average of triplicate samples with mean±SD; \*p<0.05, \*\*p<0.01 and \*\*\*p<0.001: significantly different on before (BG) and after (AG) germination by Student's *t*-test.

<sup>2)</sup>ND: not detected.

Table 3. Change of mineral contents in winter cereal crops before (BG) and after (AG) germination (Unit: µg/g)

Minerals	Oats		Barley		Rye		Wheat	
	BG	AG	BG	AG	BG	AG	BG	AG
Na	2.35±0.15	2.64±0.15*	2.49±0.05	2.45±0.02	2.48±0.23	2.53±0.13	2.84±0.06	3.00±0.04
Ca	16.55±0.08	18.29±0.08**	9.52±0.04	9.97±0.02*	7.11±0.01	11.30±0.07**	6.48±0.04	11.05±0.27*
K	46.81±0.13	35.68±0.21***	61.38±0.08	44.47±0.03***	70.99±0.25	65.91±0.09**	66.02±0.03	49.90±0.64***
Mg	18.56±0.14	14.76±0.06**	22.45±0.03	11.95±0.04***	20.12±0.34	21.79±0.14*	23.64±0.21	23.35±0.34
Cu	0.20±0.01	0.24±0.04	0.18±0.02	0.39±0.05**	0.28±0.09	0.18±0.08*	0.15±0.31	0.18±0.01*
Mn	0.93±0.02	0.74±0.06**	0.25±0.07	0.16±0.02*	1.06±0.06	1.06±0.04	0.61±0.03	0.53±0.01*
Al	0.59±0.07	0.82±0.02**	0.70±0.03	0.66±0.03	0.56±0.04	0.57±0.01	0.44±0.01	0.41±0.02*
Fe	0.85±0.15	0.74±0.02	0.70±0.05	0.63±0.06	0.75±0.03	0.61±0.00**	0.70±0.07	0.83±0.04**
Zn	1.37±0.09	1.64±0.04	1.53±0.02	1.56±0.02	1.41±0.07	1.66±0.02**	1.41±0.00	1.78±0.01**

<sup>1)</sup>Results are expressed as the average of triplicate samples with mean±SD; \*p<0.05, \*\*p<0.01 and \*\*\*p<0.001: significantly different on before (BG) and after (AG) germination by Student's *t*-test.

Table 4. Change of fatty acid contents in winter cereal crops before (BG) and after (AG) germination (unit: %)

	Oats		Barley		Rye		Wheat	
	BG	AG	BG	AG	BG	AG	BG	AG
Capric acid (C10:0)	1.03±0.04	1.06±0.02	1.23±0.04	1.06±0.01*	1.40±0.04	1.71±0.03**	1.44±0.02	1.41±0.02
Myristic acid (C14:0)	0.32±0.01	0.17±0.00**	0.26±0.01	0.16±0.00*	0.07±0.00	0.08±0.00	0.07±0.00	0.08±0.00
Palmitic acid (C16:0)	22.89±0.24	15.71±0.60**	21.42±0.27	15.07±0.19***	14.70±0.31	13.86±0.10*	16.78±0.18	16.28±0.20*
Stearic acid (C18:0)	1.03±0.05	1.26±0.06	1.28±0.00	1.87±0.07*	0.96±0.00	0.95±0.02	1.14±0.10	1.39±0.08**
Saturates	25.27±0.34	18.20±0.29	24.19±0.18	18.16±0.25	17.13±0.33	16.6±0.40	19.43±0.27	19.16±0.30
Palmitoleic acid (C16:1)	0.44±0.00	0.76±0.02**	0.66±0.00	0.34±0.00	0.69±0.02	0.69±0.00	0.58±0.01	0.60±0.01
Oleic acid (C18:1)	15.31±0.34	38.80±0.29***	16.29±0.16	39.76±0.75***	22.92±1.23	20.84±0.59***	15.77±0.67	16.26±0.82
Monoenes	15.75±0.39	39.56±0.47	16.95±0.52	40.10±1.46	23.61±1.75	21.53±0.73	16.35±0.48	16.86±0.76
Linoleic acid (C18:2)	53.88±2.46	41.11±1.07*	53.32±0.26	40.33±2.76**	52.15±2.46	53.91±1.43**	60.31±2.01	59.30±1.97
Linolenic acid (C18:3)	5.10±0.20	1.14±0.16***	5.54±0.27	1.42±0.09***	7.11±0.03	7.97±0.21**	3.90±0.04	4.68±0.08*
T-polyenes	58.98±0.93	42.25±1.37	58.86±1.48	41.75±2.19	59.26±3.49	61.88±1.27	64.21±3.08	63.98±2.37

<sup>1)</sup>Results are expressed as the average of triplicate samples with mean±SD; \*p<0.05, \*\*p<0.01 and \*\*\*p<0.001: significantly different on before (BG) and after (AG) germination by Student's *t*-test.

이 발아 후에는 각각 15.71 및 15.07%로 많은 감소를 보인 반면 호밀과 밀은 변화가 거의 없었다. Oleic acid(C18:1)는 귀리와 보리가 발아 전에 각각 15.31 및 16.29%이었던 것이 발아 후에는 각각 38.80 및 39.76%로 크게 증가하였지만 호밀과 밀은 발아 전과 후에 그 함량의 차이가 크지 않았다. Linoleic acid(C18:2)는 귀리와 보리가 발아 전에 각각 53.88 및 53.32%이었던 것이 발아 후에는 각각 41.11 및 40.33%로 크게 감소하였지만 호밀과 밀은 발아 전과 후에 그 함량의 차이가 크지 않았다. 일반 종자의 배유세포 내 저장성 지질은 효소들에 의해 분해되어 에너지원으로 사용되는데(22, 23) 본 실험에서 나타난 결과는 발아 중 지방이 lipase 작용에 의하여 지방산과 glycerol로 전환되고 지방산이 β-oxidation에 의하여 CO<sub>2</sub>와 H<sub>2</sub>O로 산화되면서 발아에 필요한 에너지를 공급하기 때문인 것으로 생각된다(24).

## 요 약

맥류(귀리, 보리, 호밀 및 밀)의 발아 시 변화되는 일반성분, phytic acid, 유리당, 무기성분 및 지방산을 분석하였다. 조회분은 발아 후 약간의 감소를 보였으며, 조단백질은 귀리에서 발아 후 약간 증가하였다. 항암작용 및 항산화 작용을 한다고 알려진 phytic acid는 귀리가 발아 전 1.09 mg/g에서 발아 후 1.56 mg/g으로 다른 품종에 비하여 많은 증가를 보였다. Glucose 함량은 호밀과 밀에서 발아 후에 각각 6 및 3.5배 증가하였으며, maltose는 귀리와 밀에서 발아 후에 각각 7.4 및 5.5배 증가하였다. 주요 불포화지방산은 palmitic acid, oleic acid 및 linoleic acid이었으며, 발아 시 palmitic acid와 linoleic acid는 귀리와 보리에서는 많은 감소를 보였으나, oleic acid는 귀리와 보리에서 발아 후에 각각 38.80 및 39.76%로 증가하였다. 추후 화학적인 성분 변화뿐만 아

나라 발아 전후에 변화하는 생리활성 및 다양한 효소저해 활성 등의 연구가 진행되어야 할 것으로 판단된다.

### 감사의 글

이 논문은 2009년도 충북대학교 학술연구지원사업의 연구비 지원에 의하여 연구되었음

### 문헌

1. Lee YT. 2008. Effects of malt modification on  $\beta$ -glucan solubility and beer viscosity. *Korean J Food Sci Technol* 40: 360-363.
2. Choi YM, Jeon GU, Kong SH, Lee JS. 2009. Changes in GABA content of selected specialty rice after germination. *Food Eng Prog* 13: 154-158.
3. Choe JS, Youn JY. 2005. The chemical composition of barley and wheat varieties. *Korean J Food Nutr* 34: 223-229.
4. Tamagawa K, Iizuka S, Fukushima S, Endo Y, Komiyama Y. 1997. Antioxidative activity of polyphenol extracts from barley bran. *J Jap Soc Food Sci Technol* 44: 512-515.
5. Bartnick M, Szafranska J. 1987. Changes in phytate content and phytase activity during the germination of some cereals. *J Cereal Sci* 5: 23-28.
6. Lee YR, Kim JY, Woo KS, Hwang IG, Kim KH, Kim KJ, Kim JH, Jeong HS. 2007. Changes in the chemical and functional components of Korean rough rice before and after germination. *Food Sci Biotechnol* 16: 1006-1010.
7. Lee MH, Son HS, Choi OK, Oh SK, Kwon TB. 1994. Changes in physico-chemical properties and mineral contents during buck-wheat germination. *J Korean Food Nutr* 7: 267-273.
8. Cho BM, Yoon SK, Kim WJ. 1985. Changes in amino acid and fatty acids composition during germination of rapeseed. *J Korean Food Sci* 17: 371-376.
9. Choi KS, Kim ZU. 1985. Changes in lipid components during germination of mungbean. *Korean J Food Sci Technol* 17: 271-275.
10. Colmenares de Ruiz AS, Bressani R. 1990. Effect of germination on the chemical composition and nutritive value of amaranth grain. *Cereal Chem* 67: 519-522.
11. Kim IS, Kwon TB, Oh SK. 1985. Study on the chemical change of general composition fatty acids and mineral contents during germination. *Korean J Food Sci Technol* 17: 371-376.
12. Hsu D, Leung HK, Finney PL, Morad MM. 1980. Effect of germination on nutritive value and baking properties of dry peas, lentils and faba beans. *J Food Sci* 45: 87-91.
13. Ikeda K, Arioka K, Fujii S, Kusano T, Oku M. 1984. Effect on buck-wheat protein quality of seed germination and changes in trypsin inhibitor content. *Cereal Chem* 61: 236-240.
14. Anderson RL, Wolf WJ. 1995. Compositional changes in trypsin inhibitors, phytate, saponins and isoflavones related to soybean processing. *J Nutr* 125: 581-588.
15. Al-Wahsh IA, Horner HT, Palmer RG, Reddy MB, Massey LK. 2005. Oxalate and phytate of soy foods. *J Agric Food Chem* 53: 5670-5674.
16. AOAC. 1990. *Official methods of analysis*. 15th ed. Association of Official Analytical Chemists, Washington, DC, USA. p 8-35.
17. Bae SK, Lee YC, Kim HW. 2001. The browning reaction and inhibition of apple concentrated juice. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 30: 6-13.
18. Lee JI, Kye BM. 1970. Effect of oil quality by extracting hour on rape. *Res Rept RDA (C.P)* 13: 89-94.
19. Haung W, Lantzsch HJ. 1983. Sensitive method for the rapid determination of phytate in cereals and cereal products. *J Sci Food Agric* 34: 1423-1426.
20. Kim JY. 2008. Changes in chemical components of Korean rough rice during germination. *MS Thesis*. Chungbuk National University, Chungbuk, Korea. p 33-38.
21. Seog HM, Kim JS, Hong HD, Kim SS, Kim KT. 1993. Change in chemical composition of maturing barley kernels. *J Korean Agric Chem Soc* 36: 449-455.
22. Higgins TJV, Jacobson JV, Zwar JA. 1982. Gibberellic acid and abscisic acid modulate protein synthesis and mRNA levels in barley aleurone layers. *Plant Mol Biol* 1: 191-215.
23. MacGregor AW, MacDougal FH, Mayer C, Daussant J. 1984. Changes in levels of  $\alpha$ -amylase components in barley tissues during germination and early seedling growth. *Plant Physiol* 75: 203-206.
24. Shin JS, Kim YS. 2005. Changes of fatty acid during germination by seed pretreatment, SMP, in tobacco. *Korean J Crop Sci* 50: 156-160.

(2010년 8월 10일 접수; 2010년 10월 13일 채택)