국산밀 품질 향상을 위한 지역별 재배 현황 및 원맥 특성 평가 II. 농가 수집 원맥 특성 평가

김경훈* · 강천식* · 서용원** · 우선희*** · 허무룡**** · 추병길***** · 이춘기* · 박광근* · 박철수*****[†]

*국립식량과학원, **고려대학교, ***충북대학교, ****경상대학교, *****전북대학교

Current Regional Cultural Situation and Evaluation of Grain Characteristics of Korean Wheat II. Grain Characteristics Collected in Domestic Wheat Cultivar Grown in Korea

Kyeong-Hoon Kim*, Chon-Sik Kang*, Yong-Won Seo**, Sun-Hee Woo***, Moo-Ryong Heo****, Byung-Kil Choo*****, Choon-Ke Lee*, Kwang-geun Park*, and Chul Soo Park*****[†]

*National Institute of Crop Science (NICS), RDA, Suwon 441-100, Korea

**Division of Biotechnology, Korea University, Seoul 136-713, Korea

***Department of Crop Science, Chungbuk National University, Cheong-ju 361-763, Korea

****Department of Horticulture, Gyeongsang National University, Jinju, 660-701, Korea

*****Department of Crop Science & Biotechnology, Chonbuk University, Jeonju 561-756, Korea

ABSTRACT Agronomic characteristics and grain properties of Korean wheat of 175 farmers in nationwide for two years, 2010/2011 and 2011/2012, were evaluated to support basic data for improving grain quality of Korean wheat and enhancing Korean wheat consumption. Agronomic characteristics, including culm length, spike length, number of spike/m² and rate of off-type plant, and grain properties, including 1000 kernel weight, test weight, moisture, ash and protein content, were influenced by year and location. Number of spike/m², test weight, moisture, ash and protein content of wheat cultivated in 2011 were higher than those of 2012 and culm length, spike length, rate of off-type plant and 1000 kernel weight of 2012 were higher than those of 2011. Wheat cultivated in southern part of Korea showed higher culm length and 1000 kernel weight and lower test weight than those of northern part of Korea. Spike length, number of spike/m² and test weight were reduced by additional fertilization after mid of March, although there was no significant difference between date of additional fertilization and grain properties. Cultivated wheats in Jeollabuk-do showed lower ash content and higher protein content than those of other provinces and cultivated wheats in Jeollanam-do exhibited higher ash content than that of other provinces. As amount of fertilization increased, culm length, 1000 kernel weight and protein content increased

and spike length and ash content were decreased, although date of additional fertilization did not effect on agronomic characteristics and grain properties. Amount of fertilization was positively correlated with 1000 kernel weight and protein content ($r = 0.159$, $P < 0.05$ and $r = 0.212$, $P < 0.01$, respectively) and was negatively correlated with ash content ($r = -0.185$, $P < 0.05$). Thousand kernel weight was negatively correlated with ash content ($r = -0.226$, $P < 0.01$) and positively correlated with protein content ($r = 0.207$, $P < 0.01$). Ash content increased as test weight and culm length decreased and 1000 kernel weight was influenced by culm and spike length ($r = 0.397$, $P < 0.001$ and $r = -0.205$, $P < 0.01$, respectively).

Keywords : wheat, cultivation, farmer, grain, quality

소비자들의 안전 먹거리에 대한 높은 관심, 푸드마일리지 개념 도입과 세계 곡물 수급 불균형으로 인한 가격 폭등으로 국산밀에 대한 관심이 고조되고, 정부에서 2015년까지 밀 자급률을 10% 수준을 유지하겠다는 정책적인 지원과 함께 식품업체에서도 변화하는 소비 패턴에 맞춰 국내산 밀을 이용한 다양한 가공제품을 선보이고 있다(Park, 2010). 그러나, 2010년 양곡 년도 기준으로, 밀의 국민 일인당 년간

[†]Corresponding author: (Phone) +82-63-270-2533 (E-mail) pcs89@jbnu.ac.kr

<Received 16 January, 2013; Revised 10 May, 2013; Accepted 21 May, 2013>

소비량이 32.1 kg으로 국내에서 쌀 다음으로 가장 많이 소비되고 있지만 식량 자급도는 1.7%로 매우 낮다(MIFAFF, 2011). 국산밀 자급률을 높이기 위해서는 국산밀 재배면적 확대 뿐 만 아니라 소비 활성화가 중요한데 국산밀 소비를 저해하는 요인으로서는 1) 국산밀을 이용한 많은 가공 제품이 출시되고 있지만, 실수요자 위주의 소규모 거래로 소비 확대에 한계가 있으며, 2) 수입산 밀에 비하여 가격이 비쌌어도 불구하고 제품의 용도별 특성에 맞는 고품질의 다양한 원맥 생산 체계가 갖추어져 있지 않고, 3) 생산 시설 및 기반 시설이 미흡하여 대량 소비처에 안정적인 물량 공급이 되지 않고 있으며, 4) 수확 후 품질 관리를 위한 저장 가공 시설이 부족 하다(Kim, 2011). 이상의 문제점을 해결하여 국산밀의 소비 활성화를 유도하기 위해서는 1) 체계적이고 지속적인 대국민 홍보와 시장에서 환영 받고 소비자가 만족할 만한 신제품 개발이 필요하며, 2) 안정적인 국산밀 재배면적 확대를 위한 광역 지역별 생산 관리 체계의 일원화를 통한 균일한 원맥의 연간 공급 체계를 갖추어야 하고, 3) 국산밀 품질 향상을 위한 정부 보급증 확대와 가공적성에 맞는 다양한 품종 육성과 재해저항성 증진에 대한 연구 강화가 필요하며, 4) 유통기능 강화와 경영체 지원이 필요한데 이를 위한 건조 저장 시설을 확충하고, 국산밀 수매 자금 지원 및 생산 비용 절감을 위한 농기계 임대 사업 지원이 필요하다(Kim, 2011).

미국을 비롯한 밀 주요 생산국은 용도별 분류 체계를 구축하여 1차적으로 재배지역, 품종 및 외관 특성과 단백질 함량에 따른 구별과 2차적으로 제분율과 가공 적성을 평가하여 분류하고 있으며, 재배 지대별로 권장 품종을 선정하여 품종 특성별 수확 후 관리가 체계적으로 이루어지고 있고 철저한 등급제 시행과 미달 농가에 대한 지속적인 영농교육을 통하여 품질을 유지하고 있다(Lee *et al.*, 2002). 우리나라와 밀 재배 및 수확시기가 비슷한 일본은 농협이 주관이 되어 포장별 적기 수확을 유도하고 산물 수매한 원맥에 대한 품질 등급제와 일괄 건조가 이루어지고 있으며, 품질 등급제를 실시하여 품질 고급화를 유도하고 있다(Kim, 2012). 생산 관리 측면에서 국내의 경우 일본과 비교하여, 낮은 종자 갱신율과 적기 수확 이행을 및 생산이력제 미비를 들 수 있는데 이를 극복하기 위하여 생산 농가의 관리 시스템 구축을 위한 개별 생산 농가의 D/B화가 필요며, 일본과 달리 국내의 경우 산물 수매에 대한 기준 설정, 수확 후 대량 건조 및 저장 시설이 미비하고 품종 구분 수매와 품질 등급제가 실시되어 있지 않기 때문에 이들 문제를 조기에 해결하기 위해서는 수확에서 저장에 이르는 전 과정에 대한 품질 관리 시스템 구축이 필요하다(Lee *et al.*, 2002). 국

산 밀 생산은 주로 우리밀 생산 단체와 지역 생산자 조직간 계약 재배로 이루어지며, 전체 재배 면적의 92%가 전남·북과 경남 지역에서 소규모 다수 농가에서 생산하는 구조로 체계적인 생산관리가 취약하여 품질 경쟁력을 갖추기 위해서는 이들 농가에 대한 품질 평가를 통한 생산 관리 시스템 구축이 필요하다(Seo, 2010). 국내산 밀의 소비 확대를 위해서 대량 소비가 가능한 대기업의 참여가 필수적이지만, 년차간 지역간 품질 변이 폭이 커서 대기업에서 가공제품의 품질 균일성 향상에 대한 요구가 매우 강하지만 이를 위하여 지역별 저장 형태 및 저장 기간별 원맥 및 밀가루의 이화학적 특성에 대한 연구가 미비하다(Ahn, 2010). 국산밀 품질 향상을 위해서 정부는 건조·저장 시설 등 수확 후 관리 개선을 지원책이 시행되고 있지만, RPC 및 DSC 활용 밀 산물처리 시스템 구축에 대한 품질 기준이 설정과 미백 겸용 RPC를 이용한 산물처리 시범단지 조성을 통한 산물처리 기술 체계 확립이 필요하다(Lee, 2010).

광주광역시 88개 농가를 대상으로 생산 및 품질 관리를 통하여 생산된 원맥 및 밀가루 품질은 일반 농가산 밀에 비하여 회분함량이 낮고 적정 단백질 함량과 밝은 색택을 유지하였으며, 이를 바탕으로 생산 관리한 국내산 밀 브랜드인 “참들락”의 경우 수입산 중력분에 비하여 단백질 함량은 약간 높았지만 회분 함량이 낮고 밀가루와 국수 색택이 밝았으며, 국수의 식감이 부드러워 수입산과 대등한 품질을 나타냄으로써 “참들락”은 품질 관리를 통한 국내산 밀 품질 향상의 견인차 역할을 하였다(Kang *et al.*, 2008a; 2008b). 그러나, 현재 시판되고 있는 시중 밀가루 제품의 경우 국내산 시중밀가루 제품은 회분 함량과 색택은 개선되었지만 체계적인 시비관리 미흡으로 단백질함량이 지나치게 높아 국수 식감이 떨어지는 것으로 나타났다(Kang *et al.*, 2008b). 국내산 밀 생산 단체가 주축으로 생산·유통을 주체적으로 관리하고자 전국적인 국내산 밀 자조금 단체인 (사)국산밀 산업협회가 2010년 출범하였지만, 개별 생산 농가의 생산 관리 실태, 수확 후 관리 및 건조·저장 조건에 대한 자료와 원맥 품질 평가가 이루어지지 않고 있으며, 실험실과 연구소 포장 단위 시험에서 밀의 수확 시기별 수분 함량 및 품질 특성에 대한 조사가 수행 중에 있지만 농가 실증 수준에 적용 가능한 기술 개발이나 평가는 이루어지지 못하여 국내산 밀의 품질 향상 및 대량 소비를 위한 품질 균일성 확보에 어려움이 있다. 본 연구는 국내산 밀 대표 조직이 활성화되어 국내산 밀의 품질 경쟁력 확보를 통한 소비확대를 위한 생산 농가의 원맥 품질 평가를 통한 개별 농가의 영농지도 자료 수집 및 D/B화의 기초 자료로 활용하고자 수행하였다.

재료 및 방법

본 연구는 2011년과 2012년, 2년 동안 전국 175농가의 참여로 수행되었다. 참여 농가는 전라남북도 55농가, 경상남도 38농가, 충청남북도 39농가, 경기도와 강원도 11농가, 광주광역시와 대구광역시가 각각 29농가와 3농가였다. 출수기 이후 간장, 수장, 경수와 이형주율을 조사하였으며, 밀 재배 지면에서 수확한 원뿔을 상온에서 2주간 건조시킨 후, 정선을 하고 원뿔의 천립중과 리터중을 조사하였다. 각 지역에서 재배되고 있는 밀의 농업 형질과 원뿔 특성 조사는 농촌진흥청 농업 과학 기술 조사 분석 기준(RDA, 2003)에 준하여 측정하였다. 정선된 원뿔을 분쇄기 (Udy cyclone sample mill, Fort Collins, CO, 미국)를 이용하여 분쇄 하였고, 수분, 단백질과 회분 함량은 각각 AACC 방법(2000) 44-15A, 46-30과 08-01에 준하여 측정하였다. 원뿔 평가는 최소 3반복을 실시하였으며, 통계분석은 SAS software(SAS Institute Inc., 미국)를 이용하였다.

결과 및 고찰

농가 현장 생육 조사

참여 농가의 간장, 수장, 경수와 이형주율 조사 결과를 분석한 결과(Table 1), 전체 농가의 평균 간장과 수장은 2012년에 각각 71.5 cm와 6.7 cm로 2011년의 68.0 cm와 6.5 cm보다 길었으며, 경수는 2011년이 830.7개로 2012년의 710.3개보다 많았고, 이형주율은 2012년에 0.8%로 2011년 보다 높았다. 재배 지역별로 년차간 차이를 분석한 결과, 옥천군과 원주시는 2011년에 재배된 밀의 간장은 2012년 재배 밀보다 길었으며, 파주시, 하천시, 장성군, 구례군, 익산시, 김제시, 부안군과 광주광역시 재배 밀은 2012년에 간장이 더 길었다. 나머지 지역은 년차간에 간장이 차이가 없는 것으로 나타났다. 수장은 옥천군, 익산시와 김제시에서는 2011년은 2012년 보다 길었으며, 서천군, 사천시, 장성군과 광주광역시는 2012년 재배 밀의 수장이 길었으며, 나머지 지역은 연차간 차이가 없는 것으로 나타났다. 원주시, 파주시, 장흥군과 광주광역시에서 2011년에 재배된 밀의 경수가 2012년 보다 많았으며, 고창군과 대구광역시는 2012년의 경수가 많았고, 나머지 지역은 연차간 차이가 없었다. 원주시, 파주시, 사천시와 광주광역시는 2012년에 이형주율 발생이 2011년 보다 높았으며, 나머지 지역은 연차간 차이가 없었다. 지역별 재배 농가의 평균값을 비교한 결과(Table 2), 남부 지역인 전라남·북도, 경상남도, 광주광역시와 대구광역시에서 재배된 밀의 간장이 경기·강원지역과 충청남·북

도에서 재배된 밀보다 긴 것으로 나타났으며, 이러한 결과는 재배지의 기상과 토양환경이 영향을 미치고, 특히 남부 지역의 시비량이 중북부 지역 보다 많은 것이 영향을 미친 것으로 생각된다. 재배 농가 중에서 기비를 복합비료로 사용한 171농가의 기비량과 간장의 상관 분석 결과(Fig. 1(a)), 시비량이 많을수록 간장이 길어지는 것으로 나타났다($r = 0.443$, $P < 0.001$). 반면에 평균 이삭 길이는 부여군, 서천군과 사천시가 7.1 cm 이상으로 다른 지역에 비해 긴 것으로 나타났으며, 이삭 길이는 시비량과 부의 상관을 나타내었다($r = -0.0173$, $P < 0.05$, Fig 1(b)). 경수는 사천시가 1024.8개로 가장 높았으며, 옥천군, 부여군, 광주광역시와 대구광역시 재배 농가의 경수가 822.4개 이상으로 다른 지역보다 많은 것으로 나타났으며, 경수는 시비량과는 상관이 없는 것으로 나타났다. 이형주율 발생은 파주시와 전라남도 재배 농가가 다른 지역에 비해 높게 나타났다. 기비로 유기질 비료를 사용한 농가의 간장, 수장, 경수와 이형주율은 각각 69.8 cm, 6.2 cm, 748.0 개/m²과 0.4%로 복합비료를 사용한 농가와 차이가 없는 것으로 나타났다.

2년 동안 1회 추비를 사용한 137 농가를 대상으로 추비 시기에 따른 간장, 수장과 경수를 비교한 결과, 간장은 추비 시기와 상관 없이 68.1~73.0 cm로 차이가 없는 것으로 나타났다. 수장은 3월 중순에 추비를 사용한 밀의 수장이 7.1 cm로 다른 시기에 (< 6.8 cm) 추비를 사용한 밀에 비하여 수장이 길었으며(Fig. 2(a)), 경수는 3월 하순 이후에 사용한 농가의 경수가 500.3 개/m²로 이전에 추비를 사용한 농가(> 735.3 개/m²)에 비하여 적은 것으로 나타났다(Fig. 2(b)). 추비를 2회 사용한 농가의 간장, 수장과 경수는 각각 69.8 cm, 6.7 cm와 747.7 개/m²로 1회 추비 사용 농가의 69.7 cm, 6.6 cm와 777.3 개/m²와 차이가 없었다. 간장, 수장과 경수를 품종간 비교한 결과, 조품밀의 간장과 수장이 78.8 cm와 6.5 cm로 다른 품종에 비하여 간장은(< 72.0 cm) 짧았고 수장은 (> 6.4 cm) 길었으며(Fig. 3(a), (b)), 경수는 조품밀이 688.0 개/m²로 다른 품종보다(> 717.5 개/m²) 적었다(Fig. 3(c)). 품종 육성 당시 조품밀의 간장과 수장은 64 cm와 6.5 cm로 금강밀(73 cm와 7.4 cm), 조경밀(81 cm와 8.0 cm), 백중밀(77 cm와 7.5 cm)나 적중밀(78 cm와 7.5 cm)보다 짧았다. 조품밀 경수는 740 개/m²였으며, 금강밀, 백중밀, 적중밀과 조경밀의 경수는 각각 727 개/m², 872 개/m², 848 개/m²와 747 개/m²로 금강밀과 조경밀은 조품밀과 비슷하거나 적었으며, 백중밀과 적중밀은 많았다(Song *et al.*, 1997; Lee *et al.* 2004; Kang *et al.* 2006; Park *et al.*, 2008a; 2008b). 이러한 결과는 조품밀을 재배하는 재배 농가의 기비량이 39.3 kg/10a로 참여 농가 평균 기비량

Table 1. Culm and spike length, number of spike per m² and rate of off-type plant of participated farmers by local and year.

Province & City	No. of farmer	Year	Culm length (cm)	Spike length (cm)	No. Spike/m ²	Rate of off-type plant (%)
Chungcheongbuk-do						
Okchon	13	2011	69.0a [†]	7.0a	836.2a	0.4a
		2012	49.8b	6.2b	836.2a	0.4a
Chungcheongnam-do						
Puyo	7	2011	59.7b	6.9a	849.3a	0.0a
		2012	66.7a	7.5a	795.6a	0.6a
Suchon	19	2011	57.4a	6.7b	724.9a	0.0a
		2012	58.9a	7.4a	763.1a	0.2a
Gangwon-do						
Wonju	8	2011	71.6a	6.5a	516.8a	0.0b
		2012	59.3b	6.3a	356.6b	0.2a
Gyeonggi-do						
Paju	3	2011	61.0a	6.9a	487.7a	0.0b
		2012	49.3a	6.5a	236.7b	4.1a
Gyeongsangnam-do						
Hapchon	18	2011	72.1a	6.5a	702.3b	0.0a
		2012	70.7a	6.3a	839.4a	0.3a
Sachon	20	2011	68.0b	7.0b	1070.4a	0.0b
		2012	72.1a	7.2a	979.1a	0.4a
Jeollanam-do						
Changhung	4	2011	81.0a	6.8a	625.5a	2.7a
		2012	79.5a	6.9a	662.3a	0.7a
Changsong	11	2011	64.9b	6.4b	845.1a	1.7a
		2012	76.1a	6.9a	669.4b	1.5a
Kurye	9	2011	69.9b	6.2a	726.2a	1.4a
		2012	78.4a	6.7a	622.6a	0.6a
Tamyang	2	2011	74.0a	6.5a	876.5a	1.0a
		2012	82.5a	7.1a	580.5a	0.7a
Yongam	4	2011	74.5a	6.6a	883.3a	2.9a
		2012	80.8a	7.0a	584.0a	0.8a
Jeollabuk-do						
Chongup	7	2011	83.3a	6.7a	925.1a	0.4a
		2012	79.9a	6.0a	571.0b	0.6a
Iksan	3	2011	75.7b	6.9a	902.0a	0.3a
		2012	82.0a	5.7b	458.3a	1.0a
Kimje	6	2011	69.0b	6.5a	929.5a	0.6a
		2012	80.7a	6.0b	448.8b	0.9a
Kochang	6	2011	64.3a	6.5a	665.8a	0.9a
		2012	76.0a	5.9a	491.0a	1.1a
Puan	3	2011	70.7b	6.6a	864.7a	0.2a
		2012	77.7a	6.4a	608.3a	0.4a
Metropolitan City						
Kwangju	29	2011	66.9b	5.8b	957.5a	0.3b
		2012	82.5a	6.8a	696.5b	1.6a
Taegu	3	2011	69.0a	6.3a	799.9b	0.0a
		2012	68.7a	6.3a	960.0a	1.4a
Total/Mean	175	2011	68.0b	6.5b	830.7a	0.5b
		2012	71.5a	6.7a	710.3b	0.8a

Table 2. Average values of culm and spike length, number of spike per m² and rate of off-type plant of participated farmers over years.

Province & City	No. of Farmer	Culm length (cm)	Spike length (cm)	No. Spike/m ²	Rate of off-type plant (%)
Chungcheongbuk-do					
Okchon	13	59.4ghi [†]	6.6bcde	836.2bc	0.4cd
Chungcheongnam-do					
Puyo	7	63.2fgh	7.2a	822.4bcd	0.3d
Suchon	19	58.1hi	7.1ab	743.9bcde	0.1d
Gangwon-do					
Wonju	8	65.4efg	6.4cde	436.2fg	0.1d
Gyeonggi-do					
Paju	3	55.2i	6.7abcde	362.2g	2.0a
Gyeongsangnam-do					
Hapchon	18	71.4cde	6.4cde	770.9bcde	0.2d
Sachon	20	70.1de	7.1ab	1024.8a	0.2d
Jeollanam-do					
Changhung	4	80.3ab	6.9abc	643.9de	1.7ab
Changsong	11	70.5de	6.7abcde	757.2bcde	1.6abc
Kurye	9	74.7abcd	6.4cde	679.7cde	1.0abcd
Tamyang	2	78.3abc	6.8abcde	728.5bcde	0.8abcd
Yongam	4	77.6abc	6.8abcd	733.6bcde	1.8ab
Jeollabuk-do					
Chongup	7	81.6a	6.3cde	748.1bcde	0.5bcd
Iksan	3	78.8ab	6.3cde	680.2cde	0.7bcd
Kimje	6	74.8abcd	6.2de	689.2cde	0.7bcd
Kochang	6	70.2de	6.2e	578.4ef	1.0abcd
Puan	3	74.2bcd	6.5bcde	736.5bcde	0.3d
Metropolitan City					
Kwangju	29	74.7abcd	6.3cde	827.0bcd	1.0abcd
Taegu	3	68.8def	6.3cde	879.7ab	0.7bcd
Total/Mean	175	69.7	6.6	770.5	0.6

[†]Values followed by same letters are not significantly different at $P < 0.05$.

Fig. 1. The relationships between amount of basal fertilizer and culm length (A), spike length (B), 1000 kernel weight (C), ash content (D) and protein content (E). r = correlation coefficients ($n = 171$). *, ** and *** means $P = 0.05$, $P = 0.01$ and $P = 0.001$, respectively.

Fig. 2. The difference of spike length (A), number of spike/m² (B) and test weight (C) according to the date of 2nd fertilization. Error bars show standard deviation and different letters indicate significantly different values ($P < 0.5$).

Fig. 3. The difference of culm length (A), spike length (B), number of spike/m² (C), ash content (D) and protein content (E) according to wheat cultivars. Error bars show standard deviation and different letters indicate significantly different values ($P < 0.5$).

31.3 kg/10a에 비해 많고 파종량이 표준재배법 보다 많은 것이 영향을 미쳤으며, 재배 토양의 물리화학적 특성도 영향이 미친 것으로 판단되기 때문에 향후 재배 현장에서 각 품종의 농업형질 발현에 대한 실증 연구가 필요하다.

농가 재배 밀의 원맥 특성

참여 농가에서 수확한 밀의 천립중, 리터중, 수분, 회분과

단백질 함량을 분석한 결과(Table 3), 전체 농가의 평균 천립중은 2012년에 40.93 g으로 2011년의 38.57 g으로 높았으며, 리터중은 2011년에 799.99 g으로 2012년 765.68 g보다 높았다. 수분, 회분과 단백질 함량은 2011에 각각 11.45%, 1.64%와 14.40%로 2012의 11.21%, 1.47%과 12.35%보다 높았다. 재배 지역별 년차간 천립중 차이는, 부여군, 장성군과 정읍시의 2012년 천립중은 2011년이 높았으며, 파주시,

Table 3. Thousand kernel weight, test weight, moisture, ash and protein content of wheat grain of participated farmers by local and year.

Province	No. of farmer	Year	1000 kernel Wt (g)	Test Wt (g)	Grain		
					Moisture (%)	Ash (%)	Protein (%)
Chungcheongbuk-do							
Okchon	13	2011	40.02a [†]	849.62a	11.00a	1.53a	12.71a
		2012	39.36a	799.00b	9.78b	1.53a	12.37a
Chungcheongnam-do							
Puyo	7	2011	38.78a	841.14a	11.43a	1.56a	13.62a
		2012	34.56b	769.00b	10.64b	1.62a	13.85a
Suchon	19	2011	36.74a	844.05a	11.33a	1.59a	13.01a
		2012	34.61a	810.58b	11.02a	1.59a	10.88b
Gangwon-do							
Wonju	8	2011	41.88a	780.00a	12.89b	1.60a	14.16a
		2012	41.53a	770.00a	14.29a	1.34b	14.15a
Gyeonggi-do							
Paju	3	2011	35.33b	706.00a	13.22b	1.83a	14.55a
		2012	39.67a	693.33a	14.47a	1.36b	14.37a
Gyeongsangnam-do							
Hapchon	18	2011	41.00a	814.33a	11.12a	1.72a	14.23a
		2012	42.83a	728.78b	10.04a	1.39b	11.58b
Sachon	20	2011	36.28b	773.90a	10.32a	1.70a	12.94a
		2012	42.33a	759.85a	10.20a	1.45b	9.67b
Jeollanam-do							
Changhung	4	2011	46.10a	772.75a	12.03a	1.79a	15.16a
		2012	43.13a	783.50a	11.44b	1.56a	10.25a
Changsong	11	2011	45.60a	795.27a	11.92a	1.54a	15.16a
		2012	32.81b	770.64b	11.71a	1.56a	10.25b
Kurye	9	2011	37.50a	783.11a	11.84a	1.70a	15.50a
		2012	42.88a	732.50a	11.45b	1.65a	13.93a
Tamyang	2	2011	42.40a	781.50a	12.12a	1.77a	12.62a
		2012	40.95a	772.50a	11.88a	1.59a	11.75a
Yongam	4	2011	42.50a	778.00a	11.09a	1.68a	16.96a
		2012	43.90a	756.25a	12.02a	1.62a	13.15b
Jeollabuk-do							
Chongup	7	2011	41.91a	791.14b	11.93a	1.60a	14.54a
		2012	43.83a	833.71a	11.30b	1.35b	14.64a
Iksan	3	2011	37.70b	771.00a	11.84a	1.61a	15.33a
		2012	44.27b	851.33a	11.09b	1.19b	16.00a
Kimje	6	2011	42.28a	817.00a	11.42a	1.50a	14.99a
		2012	39.00a	766.83b	11.20a	1.30a	14.93a
Kochang	6	2011	38.32a	785.00a	11.73a	1.55a	15.64a
		2012	42.32a	785.50a	11.07b	1.28b	14.25a
Puan	3	2011	37.83a	780.00a	11.67a	1.52a	16.55a
		2012	38.67a	780.67a	11.07a	1.35b	13.49b
Metropolitan City							
Kwangju	29	2011	37.4.b	789.38a	11.74b	1.68a	15.94a
		2012	41.39a	731.93b	12.09a	1.48b	12.23b
Taegu	3	2011	43.03a	759.33a	9.45a	1.64a	12.75a
		2012	42.77a	760.33a	10.01a	1.32a	11.39a
Total/Mean	175	2011	38.57b	799.99a	11.45a	1.64a	14.40a
		2012	40.93a	765.68b	11.21b	1.47b	12.35b

Table 4. Average values of thousand kernel weight, test weight, moisture, ash and protein content of wheat grain of participated farmers over years.

Province	No. of farmer	1000 kernel Wt (g)	Test Wt (g)	Grain		
				Moisture (%)	Ash (%)	Protein (%)
Chungcheongbuk-do						
Okchon	13	39.69bcde [†]	824.31a	10.39fgh	1.53abc	12.54cdefg
Chungcheongnam-do						
Puyo	7	36.67de	805.07abc	11.04def	1.59abc	13.73abcdef
Suchon	19	35.67e	827.32a	11.18cde	1.59abc	11.95fg
Gangwon-do						
Wonju	8	41.71abc	775.00bcd	13.59a	1.47abc	14.15abcd
Gyeonggi-do						
Paju	3	37.50cde	699.67e	13.84a	1.60abc	14.46abc
Gyeongsangnam-do						
Hapchon	18	41.91abc	771.56bcd	10.58efg	1.55abc	12.90bcdefg
Sachon	20	39.29bcde	766.68cd	10.26gh	1.58abc	11.30g
Jeollanam-do						
Changhung	4	44.61a	778.13bcd	11.73bcd	1.67a	12.71bcdefg
Changsong	11	39.21bcde	782.95bcd	11.82bcd	1.53abc	13.98abcde
Kurye	9	39.86bcde	754.56d	11.64bcd	1.68a	14.71ab
Tamyang	2	41.68abc	777.00bcd	12.00b	1.68a	12.19defg
Yongam	4	43.20ab	767.13cd	11.56bcd	1.65ab	15.05a
Jeollabuk-do						
Chongup	7	42.87ab	812.43ab	11.62bcd	1.48abc	14.59ab
Iksan	3	40.98abcd	811.17ab	11.46bcd	1.40cc	15.67a
Kimje	6	40.64abcd	791.92abcd	11.31bcde	1.40c	14.96a
Kochang	6	40.29abcd	785.25bcd	11.40bcd	1.41c	14.94a
Puan	3	38.25cde	780.33bcd	11.37bcd	1.43bc	15.02a
Metropolitan City						
Kwangju	29	39.41bcde	760.66d	11.91bc	1.58abc	14.09abcd
Taegu	3	42.90ab	759.83d	9.73h	1.48abc	12.07efg
Total/Mean	175	39.75	782.84	11.33	1.55	13.38

사천시, 익산시와 광주광역시는 2011년이 2012년 보다 높았으며, 나머지 지역은 연차간 차이가 없는 것으로 나타났다. 옥천군, 파주시와 정읍시는 2012년 리터중이 2011년 보다 높았고, 사천시, 합천군, 장성군과 광주광역시는 2011년 리터중이 2012년 리터중 보다 높았고 나머지 지역은 차이가 없었다. 옥천군, 파주시, 장흥군, 구례군, 정읍시, 익산시, 고창군은 2011년 재배밀의 수분함량이 2012년 보다 높았으며, 원주시, 파주시와 광주광역시는 2012년 수분 함량이 높았고 나머지 지역은 차이가 없었다. 회분함량은 2011년에 원주시, 파주시, 합천군, 사천시, 정읍시, 익산시, 고창군, 부

안군과 광주광역시 재배 밀이 2012년 보다 높았으며, 나머지 지역은 연차간 차이가 없었다. 단백질 함량은 2011년 서천군, 합천군, 사천시, 장성군, 영암군, 부안군과 광주광역시에서 재배된 밀이 2012년에 재배된 밀 보다 높았다. 지역별 재배 농가의 평균값을 비교한 결과(Table 4), 천립중은 남부 지역이 중북부 지역 보다 높아서 장흥군이 44.61 g으로 가장 높았으며, 합천군, 담양군, 영암군, 정읍시와 대구광역시 등이 41.68 g 이상으로 다른 지역 보다 높았으며, 중북부지역에서는 원주시에서 재배된 밀의 천립중이 41.71 g으로 높게 나타났다. 반면에 리터중은 중북부 지역에서 재배된 밀

이 높았는데, 충청남북도에서 재배된 밀의 리터중이 805.07 g으로 다른 지역보다 높았으며, 남부 지역에서는 정읍시와 익산시가 각각 812.43 g과 811.17 g으로 높았다. 수분 함량은 원주시와 파주시가 다른 지역 보다 높았으며, 대구광역시 9.73%로 낮았고, 회분 함량은 전라북도의 익산시, 김제시, 고창군과 부안군이 1.43%이하로 다른 지역보다 낮았지만 전라남도에서 재배된 밀의 회분 함량은 1.53%이상으로 다른 지역 보다 높았다. 단백질 함량은 전라북도 재배농가와, 구례군과 영암군에서 재배된 밀이 14.71%이상으로 높았으며, 사천시와 서천군에서 재배된 밀은 11.95%로 낮았다. 동일 품종을 표준재배법으로 재배한 이전 보고에서는 수원시, 춘천시, 청주시와 제천시에서 재배된 밀 품종이 광주광역시, 진주시와 칠곡군에서 재배된 밀 품종 보다 단백질 함량이 높았으며, 국내 밀 품종과 CIMMYT 계통에 대한 비교 실험에서도 수원지역에서 재배된 밀이 진주시와 익산시에서 재배된 밀보다 단백질 함량이 높았다(Ryu *et al.*, 1977; Chang *et al.*, 1986; Ha *et al.*, 1990; Song & Lee, 1993; Park *et al.*, 2012). 종실 등숙 초기 단계의 고온은 종실 단백질 함량과 정의 상관관계가 있기 때문에 중북부 지역의 출수기 이후 온도가 남부 지역보다 높은 것으로 해석되는데(Johnson *et al.*, 1972), 최근 연구에서는 종실 등숙 기간의 고온이 종실 단백질 함량에 미치는 영향은 미미하며, 오히려 품종이 지닌 유전적 특성이 영향을 더 미치는 것으로 알려져 있다(Dupont & Altenbach, 2003). 등숙 기간의 높은 온도는 종실 단백질의 글루텐닌과 글리아딘의 비율을 감소시켜서 반죽의 인장성을 약화시켜 제빵 특성에 좋지 않은 영향을 미치는 것으로 알려져 있다(Blumental *et al.*, 1990a; 1990b; 1995; Ciaffi *et al.*, 1995). 하지만 농가 현장에서 재배된 밀의 경우 시비량에 영향을 보다 많이 받는 것으로 나타났다기 때문에 가공적성에 맞는 단백질 함량을 지닌 원맥 생산을 위해서는 표준 시비법에 대한 농가 지도와 단백질 함량뿐 만 아니라 질적 변이에 대한 연구가 필요하다.

2년 동안 1회 추비를 사용한 137 농가를 대상으로 추비 시기에 따른 원맥 특성을 조사한 결과, 리터중은 3월 상순과 3월 중순에 추비를 사용한 농가가 각각 796.37 g과 804.94 g으로 다른 시기에 시비한 것에 비해 높았으며(< 776.58 g, Fig. 2(c)), 천립중, 회분과 단백질 함량은 추비 시기에 영향을 받지 않았다. 추비를 2회 사용한 농가의 천립중과 리터중은 각각 39.95 g과 789.84 g으로 추비를 1회 사용한 천립중과 리터중과 차이가 없었으며(39.71 g과 782.02 g), 추비를 사용하지 않은 밀(41.38 g과 761.44 g)과도 차이가 없었다. 회분과 단백질 함량도 1회 추비 사용이(1.56%와 13.32%), 2회 추비사용이나(1.51%와 13.62%) 추비사용을

하지 않은 원맥(1.55%와 12.96%)과 차이가 없었다. 회분과 단백질 함량에 대한 품종간 비교한 결과, 조경밀은 회분과 단백질 함량이 각각 1.59%와 12.19%로 다른 품종에 비하여 회분 함량이 높았고 단백질 함량은 낮았다(Fig. 3(d), (e)). 반면에 조품밀은 다른 품종에 비하여 회분함량은 낮았고(1.42%) 단백질 함량은 높았으며(15.50%), 금강밀과 백중밀의 회분 함량은 1.55%와 1.53%로 비슷하였지만 단백질 함량은 금강밀이 13.63%로 백중밀(12.43%)보다 높았다. 품종 육성 당시 각 품종의 회분과 단백질 함량을 비교해 보면 조경밀의 밀가루 회분 함량이 0.46%로 다른 품종에 비하여 높았으며, 밀가루 단백질 함량은 금강밀이 12.2%로 다른 품종 보다 높았으며, 백중밀과 적중밀은 밀가루 단백질 함량이 9.0%이하로 낮았다(Song *et al.*, 1997; Lee *et al.*, 2004; Kang *et al.*, 2006; Park *et al.*, 2008a; 2008b). 회분 함량의 경우 품종 육성 당시의 특성이 재배 농가에서도 비슷하게 나타났지만, 단백질 함량은 재배 농가의 시비량이 표준재배법 보다 많이 사용되어 조품밀과 백중밀은 단백질 함량이 높았다. 밀가루 용도별 이용면에서 조경밀은 빵용, 금강밀은 다목적용으로 추천되고 있으며, 나머지 품종은 국수용으로 이용하는 것이 적합하다(Kang *et al.*, 2010a; 2010b). 그러나, 국수용으로 적합한 품종인 조품밀, 백중밀과 적중밀은 지나친 과량의 시비로 인하여 높은 단백질 함량을 보이기 때문에 이들 품종으로 가공된 국수의 경우 품질이 나빠지게 되므로 적정 시비를 통한 가공제품의 품질 향상에 대한 농가의 지도가 필요하다.

재배 농가 중에서 기비를 복합비료로 사용한 171농가의 기비량과 원맥특성의 상관 분석 결과(Fig. 1(c), (d), (e)), 천립중과 단백질 함량은 시비량이 정의 상관관계를 나타내었으며($r = 0.159$, $P < 0.05$, $r = 0.212$, $P < 0.01$), 회분은 시비량과 부의 상관관계를 나타내었지만($r = -0.185$, $P < 0.05$), 리터중은 시비량과 상관관계가 없는 것으로 나타났다. 원맥 특성 간의 상관 관계를 분석한 결과, 천립중은 회분 함량과 부의상관을 나타내었으며($r = -0.226$, $P < 0.01$, Fig. 4(a)), 단백질 함량과는 정의 상관관계를 나타내었다($r = 0.207$, $P < 0.01$, Fig. 4-B). 리터중은 회분 함량과 부의 상관관계를 나타내었지만($r = -0.219$, $P < 0.01$, Fig. 4(c)), 단백질 함량과는 상관관계가 없었다. 기비량이 증가할 수록 간장이 길어졌는데(Fig.1(a)), 이러한 간장은 천립중과 정의 상관관계를 나타내었으며($r = 0.397$, $P < 0.001$, Fig. 4(d)), 회분 함량과는 부의 상관관계를 나타내었고($r = -0.294$, $P < 0.001$, Fig. 4(e)), 수장은 시비량과는 상관관계가 없었지만 천립중과 부의 상관관계를 나타내었다($r = -0.205$, $P < 0.01$, Fig. 4(f)).

리터중과 천립중은 종실의 형태, 크기와 밀도를 나타내는

Fig. 4. The relationships between cultivated wheat means of ash and protein content, 1000 kernel and test weight and culm and spike length. r = correlation coefficients ($n = 171$). ** and *** means $P = 0.01$ and $P = 0.001$, respectively.

지표로 유전적인 요인은 물론 환경적인 요인에 영향을 받으며, 리터중과 천립중이 제분율과 상관성이 있는 것으로 알려져 있지만, 지나치게 높거나 낮은 경우는 제분율과 상관성이 없기 때문에 이들 지표는 종실의 등숙 상태와 건전성을 대표하는 지표로 이용되고 있다 (Lee *et al.*, 2002). 미국 밀의 평균 리터중은 754 g 수준이고, 높은 경우는 800 g을 넘기도 하고 등숙에 문제가 있는 밀의 경우 400 g을 나타내기도 하며, 경질밀의 천립중은 20-32 g 범위이고, 연질밀은 30 ~ 40 g이며, 평균 천립중은 35 g 수준이다 (Halverson & Zeleny, 1988). 본 과제에 참여한 농가의 평균 리터중과 천립중은 782.84 g과 39.75 g으로 미국 밀 평균 보다 약간 높은 것으로 나타났는데 이는 등숙 기간과 환경의 차이에 기인하는 것으로 생각된다. 이 등(2002)은 미국, 호주와 캐나다와 같은 밀 수출국은 단백질 함량이 높은 빵용 밀이 일반 밀에 비하여 더 높은 가격이 책정되어 있는 반면 국내는 밀 검사 등급에 따라서 가격이 결정 되기 때문에 개선이 필요하다고 하였다. 또한, 국내에서 등급 판정은 정립율이 높을수록 좋은 등급을 받는데 이러한 정립율은 종실의 크기와 밀접하기 때문에 천립중이 높은 품종이 유리하게 되지만, 밀가루의 가공적성과 천립중은 품종 고유의 특성이면서 독립적인 특성을 지니기 때문에 빵용 밀의 경우 대립 종자 보다는 소립 종이 유리하기 때문에 천립중이 낮으면서 단백질 함량이 높고 질적으로 우수한 품종의 개발에 대한 연구가 국내에서도 필요하다고 하였다.

원맥의 수분 함량은 건물량과 부의 상관성이 있어서 경제적으로 중요하고, 원맥의 보존에 있어서 여러 가지 요인이 영향을 미치지만 원맥의 수분 함량은 밀의 품질 보존을 좌우하는 일차적인 요인으로 작용하기 때문에 중요하다 (Lee *et al.*, 2002). 회분은 유기물을 태워서 제거하고 남는 성분으로 무기염류나 무기원소로 구성되어 있으며, 토양이나 기상 환경에 영향을 받는 것으로 알려져 있다 (Lee *et al.*, 2002). 밀 종실은 껍질부분이 배유 부분에 비하여 무기성분이 10 ~ 20배 많으며, 일반적으로 원맥의 회분 함량은 1.4 ~ 2.0% 수준이고, 껍질이 두껍거나 등숙 과정이 불량한 경우에는 제분과정에서 밀가루에 껍질이 포함되어 회분 함량이 높아진다 (Halverson & Zeleny, 1988). 단백질 함량은 품종 및 생육기간 중 환경(재배조건, 토양, 기후, 시비, 강수량 등)에 따라 대략 6%에서 20%까지 변이를 보이는데, 종실의 발달 기간 중 고온·다습 할 경우 일반적으로 단백질 함량이 낮아지고, 저온·건조한 조건에서는 단백질 함량이 높아지며, 토양의 유기물 함량과 시비량이 높으면 단백질 함량이 높아진다 (Halverson & Zeleny, 1988). 2011년은 강우량이 많고 평균기온이 낮았으며, 2012년은 평균기온이 높고 강우량이

낮았고, 2012년의 기비량이 2011년 보다 많았지만 2011년 평균 단백질 함량이 2012년 보다 높았다. 이는 2012년에 단백질 함량이 낮은 백중밀과 조경밀의 재배면적 확대뿐 만 아니라 국산밀 재배지의 토양 환경이 영향이 미친 것으로 생각된다. 그러므로 국산밀 재배지의 토양 특성이 원맥 특성 및 농업형질에 대한 조사가 이루어 져야 할 것으로 생각된다. 밀가루는 최소한 11% 이상의 단백질 함량이 요구되는데, 밀이 제분되면서 1.0 ~ 1.5%의 단백질이 밀기울과 함께 소실되기 때문에 빵용 밀가루를 생산하기 위해서는 최소한 12.5%의 단백질 함량이 요구된다 (Lee *et al.*, 2002). 그러므로 빵용으로 재배되고 있는 조경밀의 경우 원맥의 단백질 함량을 높여야 하는데 단순한 추비 횟수와 시비량 증가는 도복의 문제가 있기 때문에 추비시기 이동에 따른 단백질 함량 향상에 대한 체계적인 연구가 이루어져야 할 것이다.

적 요

국산밀을 재배하는 전국 175농가를 대상으로 2년 동안 농업형질과 원맥 특성을 조사 한 결과, 간장, 수장, 경수와 이형주율은 년차간 차이를 나타내었다. 시비량이 많았던 남부지역에서 재배된 밀의 간장이 중북부 지역 보다 길었으며, 추비시기는 간장에 영향이 없었지만, 3월 중순 이후에 늦게 추비를 준 농가의 수장은 다른 농가에 비하여 길었으나 경수는 감소하였다. 추비 횟수는 농업형질에 영향을 미치지 않는 것으로 나타났다. 농업형질과 마찬가지로 원맥 특성도 연차간 변이가 있었으며, 남부지역에서 재배된 밀은 중북부지역에서 재배된 밀에 비하여 천립중이 높았으며, 리터중은 낮았으며, 전라북도는 다른 지역에 비하여 낮은 회분 함량과 높은 단백질 함량을 나타냈으며, 전라남도는 다른 지역에 비하여 높은 회분 함량을 나타내었다. 추비시기가 리터중에는 영향을 주었지만 천립중과 회분 및 단백질 함량에는 영향을 주지 않았으며, 추비 횟수도 원맥 특성에 영향이 없는 것으로 나타났다. 시비량에 따라 간장이 증가하고, 천립중과 단백질 함량이 증가하였으며, 수장과 회분 함량은 시비량과 부의 상관성을 나타내었다. 단백질 함량은 천립중과 정의 상관성을 나타내었지만 회분 함량은 천립중 및 리터중과 부의 상관성을 나타내었다. 간장이 증가할수록 천립중은 증가하고 리터중은 감소하였으며, 수장은 천립중과 부의 상관성을 나타내었다. 시비량이 간장 및 원맥 특성에 영향을 미치기 때문에 품종별 용도에 맞는 밀 품종을 재배하기 위해서는 적정 시비기술에 대한 농가 지도가 필요하다. 또한, 국산 밀의 생산성 증진과 품질 향상 및 균일성 확보를 위해서는 용도별 가공적성에 적합한 품종에 대한 집단 재배

단지를 조성하고 철저한 생산 관리와 체계적인 수확 후 관리 구축에 대한 종합적인 고려가 있어야 할 것이다.

사 사

본 논문은 농촌진흥청 아젠다 과제 PJ906953 지원에 의해 이루어진 연구결과의 일부임.

인용문헌

- AACC. 2000. Approved methods of the American Association of Cereal Chemists In : St. Paul (ed) 9th edn. AACC.
- Ahn, T-J. 2010. Baekseol, will take the lead in Korean wheat business. *In* : Symposium of establishment of post-harvest system for improvement of Korean wheat quality. Rural Development Administration, Suwon, Korea, pp. 20-25.
- Blumenthal, C., F. Bekes, P. W. Gras, E. W. R. Barslow, and C. W. Wrigley. 1995. Identification of wheat genotypes tolerant to the effects of heat stress on grain quality. *Cereal Chem.* 72 : 539-544.
- Blumenthal, C., I. L. Batey, C. W. Wrigley, and E. W. R. Barslow. 1990a. Involvement of a novel peptide in the heat shock response of Australian wheats. *Aust. J. Plant Physiol.* 17 : 441-449.
- Blumenthal, C., I. L. Batey, C. W. Wrigley, and E. W. R. Barslow. 1990b. Gliadin genes contain heat-shock elements: Possible relevance to heat-induced changes in grain quality. *J. Cereal Sci.* 11 : 185-187.
- Chang, H. G., C. S. Kim, D. M. Hah, and H. S. Shin. 1986. Effect of genetic-environmental interaction on quality of wheat. *Korean. J. Food Sci. Technol.* 18 : 31-37.
- Ciaffi, M., B. Margiotta, G. Colaprico, E. De Stefanis, D. Sgrulletta, and D. Lafiandra. 1995. Effect of high temperatures during grain filling on the amount of insoluble proteins in durum wheat. *J. Genet. Breed.* 49 : 285-296.
- Dupont, F. M. and S. B. Altenbach. 2003. Molecular and biochemical impacts of environmental factors on wheat grain development and protein synthesis. *J. Cereal Sci.* 38 : 133-146.
- Ha, Y. W., H. S. Song, C. K. Lee, and C. H. Cho. 1990. Protein of major germplasms for high-protein wheat breeding. *Korean J. Crop Sci.* 35 : 393-402.
- Halverson, J. and L. Zeleny. 1988. Criteria of wheat quality. pp. 15-45 : in Y. Pomeranz ed. *Wheat : chemistry and technology*. American Association of Cereal Chemists, ST. Paul, MN.
- Johnson, J. A., M. N. A. Khan, and C. R. S. Sanchez. 1972. Wheat cultivars, environment and breadmaking quality. *Cereal Sci. Today* 17 : 323-326.
- Kang, C-S., H-S. Kim, Y-G. Cheong, J-G. Kim, K-H. Park, and C. S. Park. 2008a. Flour characteristics and end-use quality of commercial flour produced Korean wheat and imported wheat. *Korean J. Food Preserve.* 15 : 687-693.
- Kang, C-S., C. S. Park, J-C. Park, H-S. Kim, Y-G. Cheong, K-H. Kim, K-J. Kim, K-H. Park, and J-G. Kim. 2010a. Flour characteristics and end-use quality of Korean wheat cultivars. I. Flour characteristics. *Korean J. Breed. Sci.* 42 : 61-74.
- Kang, C-S., C. S. Park, J-C. Park, H-S. Kim, Y-G. Cheong, K-H. Kim, K-J. Kim, K-H. Park, and J-G. Kim. 2010b. Flour characteristics and end-use quality of Korean wheat cultivars. II. End-use properties. *Korean J. Breed. Sci.* 42 : 75-86.
- Kang, C-S., K-S. Park, J-C. Park, Y-G. Cheong, J-G. Kim, and C.S. Park. 2008b. Flour and end- use quality of "Charmderak" wheat, A Korean wheat. *Korean J. Food Preserve.* 15 : 219-224.
- Kang, M-S., C-K. Lee, D-S. Park, B-C. Ku, K-G. Park, J-M. Ko, J-N. Hyun, J-C. Kim, J-H. Nam, D-Y. Suh, S-J. Kim, Y-S. Yun, J-J. Hwang, and J-G. Kim. 2006. A new white wheat cultivar, "Jokyoung" for bread making. *Korean J. Breed.* 38 : 139-140.
- Kim, S. 2011. Domestic wheat industry development plan. *In* : Forums for fostering industrial farming complex. Jeonju, Korea, pp. 35-40.
- Kim, T-G. 2012. Japanese water industry policy, trends and implications. *In* : Korean wheat industry symposium. Korean wheat industry association, Seoul, Korea, pp. 1-15.
- Lee, C-K. 2010. Post-harvest management for improving the quality of domestic wheat. *In* : Symposium of establishment of post-harvest system for improvement of Korean wheat quality. Rural Development Administration, Suwon, Korea, pp. 6-10.
- Lee, C-K., J-H. Nam, M-S. Kang, B-C. Ku, J-C. Kim, K-G. Park, M-W. Park, and Y-H. Kim. 2002. Current wheat quality criteria and inspection systems of major wheat producing countries. *Korean J. Crop Sci.* 47(S) : 63-94.
- Lee, C-K., H-H. Park, M-S. Kang, K-G. Park, B-C. Koo, H-Y. Heo, J-C. Kim, J-H. Nam, M-W. Park, Y-G. Kim, and J-B. Kwon. 2004. A new high quality and early maturing wheat cultivar, "Jopummil". *Korean J. Breed.* 36 : 55-56.
- Ministry for Food, Agriculture, Forestry and Fisheries (MFAFF). 2011. Major Statistics of Food, Agriculture, Forestry and Fisheries. pp. 32-101.
- Park, C.S., H-Y. Heo, M-S. Kang, C-K. Lee, K-G. Park, J-C. Park, H-S. Kim, H-S. Kim, J-J. Hwang, Y-G. Cheong, and J-G. Kim. 2008b. A new white wheat variety, "Jeokjoong" with high yield, good noodle quality and moderate to scab. *Korean J. Breed. Sci.* 40 : 308-313.
- Park, C.S., H-Y. Heo, M-S. Kang, C-K. Lee, K-G. Park, J-C. Park, H-S. Kim, H-S. Kim, J-J. Hwang, Y-G. Cheong, and J-G. Kim. 2008a. A new white wheat variety, "Baegjoong"

- with high yield, good noodle quality and moderate to pre-harvest sprouting. Korean J. Breed. Sci. 40 : 26-30.
- Park, C.S., H-S. Kim, D-H. Kim, J-N. Hyun, and C-S. Kang. 2012. Environmental impacts of Korean and CIMMYT wheat lines on protein characteristics and bread making quality. Korean J. Crop Sci. 57 : 1-11.
- Rural Development Administration (RDA). 2003. Agricultural Research Standard. pp. 271-309.
- Ryu, I. S., H. K.Shin, C. H. Cho, and S. H. Bae. 1977. Influences of environmental factors on wheat quality. Korean J. Crop Sci. 22 : 59-64.
- SAS. 2000. SAS User's Guide. The Institute: Cary, NC.
- Seo, H-S. 2010. Proposal to extend the domestic wheat production. *In* : Symposium of establishment of post-harvest system for improvement of Korean wheat quality. Rural Development Administration, Suwon, Korea, pp. 1-5.
- Song, H. S. and H. S. Lee. 1993. Selection efficiency for protein content and sedimentation value in progenies of hybridized wheat. Korean J. Crop Sci. 38 : 8-14.
- Song, H. S., J-H. Nam, H-H. Park, H-Y. Heo, and M-W. Park. 1997. A new high milling, early maturing and white grain with good bread quality wheat variety "Keumkangmil". Korean J. Breed. Sci. 29 : 500.