맥류 연구의 과거, 현재, 그리고 미래

김경민¹ · 강천식¹ · 김양길¹ · 김경훈¹ · 박종호¹ · 윤영미¹ · 박형호¹ · 정한용¹ · 최창현¹ · 박진희¹ · 김영진¹ · 정영근¹ · 한옥규^{2*} · 박태일^{1*}

¹농촌진흥청 국립식량과학원, ²국립한국농수산대학

Past and Current Status, and Prospect of Winter Cereal Crops Research for Food and Forage in Korea

Kyeong-Min Kim¹, Chon-Sik Kang¹, Yang-Kil Kim¹, Kyeong-Hoon Kim¹, Jong-Ho Park¹, Young-Mi Yoon¹, Hyoung-Ho Park¹, Han-Yong Jeong¹, Chang-Hyun Choi¹, Jinhee Park¹, Young-Jin Kim¹, Young-Keun Cheong¹, Ouk-Kyu Han^{2*}, and Tae-Il Park^{1*}

¹National Institute of Crop Science, Rural Development Administration, Wanju, 55365, Republic of Korea

²Department of Crop Science, Korea National College of Agriculture and Fisheries, Jeonju, 54874, Republic of Korea

Abstract Barley and wheat are a major food crop of humans, along with rice, soybean and corn. A systematic breeding program for Korean barley began in 1906 with selection and introduction breeding. In 1908, landrace barley was collected, and breeding focused on selection and introduction for high yielding varieties until the 1970s. In the 1980s and 1990s, breeding was carried out for diversity; thereafter, we aimed to improve quality, productivity and lodging tolerance that can be applied to the paddy field in Korea. Since 2010, the major result of breeding was shortening cultivation to approximately 6-12 days, making a double cropping system possible in the paddy field in Korea. Yield has increased by 1.2 times from 438 kg/10 a in the 1960s to 536 kg/10 a in the 2010s, and farm yield has increased by 1.7 times. In addition, as cultivation safety has been enhanced, the varieties have also improved, such as the covered barley used in making tea and other processing products. In case of wheat, up to now forty cultivars have been developed in Korea. In the early stage, we developed a domestic wheat variety that was early maturing and high yielding. As a result, the maturation time of wheat planted in the 1970s to 2010 was shortened (from 13 to 30 days), while productivity increased by 30% from 408 kg/10 a in the 1970s to 532 kg/10 a in 2010. In recent years, there have been remarkable efforts for a more stable production by focusing on increasing disaster and pest resistance due to climate change. In addition, a wheat variety discrimination marker was developed using a variety-specific marker, and selection was made using a trait-specific marker at the early stage of breeding to enhance breeding efficiency. In the 2000s, winter cereals for forage have been promoted to expand forage production and to replace imported feed grains. Therefore, winter cereal that is useful for feed, such as rye, oat, and triticale, have had various varieties and safe production techniques developed. Currently, our research goal for winter cereals for feed is to develop a double-cropping adaptation and abiotic stress tolerance cultivar, and safe production in paddy field. Hence, aggressive action is needed to support the strategic survival of the Korean wheat and barley industry. Barley is a health food that requires a multifaceted effort to improve breeding efficiency, develop varieties that contain large amounts of functional components and are more resistant to stronger biotic and abiotic stresses in response to climate change. It is necessary to recognize the role of wheat and barley as the second main crop after rice, and to improve the self-sufficiency rate of these crops for the health and food industry crisis of Korea.

Keywords Food, Forage, History, Research, Winter Cereals

Received on December 17, 2019. Revised on January 21, 2020. Accepted on February 12, 2020.

* Co-corresponding Author: Tae-Il Park (E-mail: parktl@korea.kr, Tel: +82-63-238-5450, Fax: +82-63-238-5463)

* Corresponding Author: Ouk-Kyu Han (E-mail: okhan98@korea.kr, Tel: +82-63-238-9073, Fax: +82-63-238-9079)

서 언

보리와 밀은 우리나라 대표적인 겨울철 식량 작물이며, 세계적으로도 옥수수 · 쌀 · 콩과 더불어 가장 많이 생산되는 곡물이다

(Kim et al. 2018).

보리는 우리나라에서 주곡 작물로서 중요한 위치를 차지하였으나 수매 중단과 소비량 감소로 인해 재배면적이 감소하고 있는 추세이다. 이에 겨울철 유휴지 활용 차원뿐 아니라 국민의

건강을 지키고 식량위기에 대응하는 보리의 역할을 재인식하고 이를 뒷받침하기 위한 공감대가 필요하다. 현재까지의 보리 산업 동향을 살펴보면 보리 수매 중단에 따른 가공용 보리의 수급 불균형이 심화되고 있으나, 신수요 창출이 요구됨에 따라 기능성 보리밥 등의 소비 증가로 웰빙식품에 대한 관심이 고조되고 있다.

밀은 우리나라에서 쌀 다음의 제2의 주곡 작물로 연간 국민 1인당 31~34 kg을 소비하고 있어 밀의 안정적 수급이 중요하다. 우리나라 밀 생산량은 2017년 수입량 215만5천 톤의 1.7%인 3만7천 톤에 불과하여 대부분의 소비량을 수입에 의존하고 있다(MAFRA 2018). 정부에서도 밀 자급의 필요성을 인지하여 농업·농촌 및 식품산업 발전계획에 2022년까지 국산밀 자급률 목표치를 9.9%로 수립하였고, 목표 달성을 위한 정책 추진과 연구에 박차를 가하고 있다.

과거 사료용 맥류는 호밀을 중심으로 개발되었으나 본격적으로 사료용 맥류가 확대 개발되기 시작된 것은 2000년대부터이다. 식생활 변화로 인해 보리 소비가 줄어 들었고, 당시 바이오 에너지용 곡물 수요의 증가와 해상운임의 상승 등 국제곡물가격이 불안정함에 따라 보리를 대체할 농가소득원 확보와 국내에 조사료를 안정적으로 공급할 대책이 절실하였다. 이에 농가의 소득 보전과 조사료 자급률 향상이라는 두 마리 토끼를 잡기 위해 보리의 조사료화 연구가 가속화되어 ‘청보리’라는 이름으로 재탄생하였고, 겨울철 조사료 자원으로서 활용도가 높은 호밀, 귀리, 트리티케일 등도 여러 개의 우수한 품종과 생산기술이 개발되는 성과를 이루게 되었다.

맥류는 농사를 짓지 않는 겨울철의 유휴지에 재배하는 경제적인 작물로서, 우리나라에서 식량 자급에 기여하였을 뿐만 아니라 쌀 중심의 식단에 부족해질 수 있는 영양소를 공급함으로써 국민 건강에도 기여해왔다. 그런 가치는 시대의 변화에 따라 점차 떨어지기 시작하여, 그 위세나 존재감도 예전만 못한 게 사실이다. 그러나 여전히 보리는 다양한 고정 소비층을 확보하고 그 영역의 확대하고 있으며, 밀은 지난 8월 ‘밀산업육성법’이 국회를 통과하여 밀 산업의 지속 가능한 성장을 이룰 수 있는 토대를 마련하였다.

이제 맥류는 기후변화에 따른 각종 병해와 재배의 증가, 재배 적지와 재배법의 변화 등에 대한 대응기술 개발, 품질 좋은 산물을 안정적으로 제공할 생산 및 자급기반 등을 마련하여 제2의 도약을 준비해야 한다. 이에 본 고에서는 우리나라의 맥류 연구에 발자취를 검토하고 그 중요성을 재인식하여 맥류 산업이 발전하는데 보탬이 되고자 하였다.

우리나라 맥류 연구 발자취

정부수립, 제도정비 및 절대 빈곤기(1960년 이전)

겉보리는 수원에 권업모범장이 설치되면서부터 육종이 시작되었다. 1908년 수집 재래종의 수량비교시험 등 초기에는 주로 식용을 목적으로 다수성에 중점을 두어 순계분리와 도입육종에 치중하였으며, 본격적인 교배육종은 1919년부터 시작되었다. 1932년 교배육종으로는 최초로 ‘수원4호’가 경남의 장려품종으로 재배된 이후 ‘수원6호’, ‘수원13호’ 등 많은 품종이 보급되었다. 육성된 겉보리 품종을 연대별로 보면 1920년대에는 순계분리 육종으로 육성된 ‘금육’·‘경육’·‘삼덕’, 1930년대에는 교배육종과 순계분리 및 도입육종으로 육성된 ‘수원4호’·‘수원6호’·‘수원13호’·‘수원14호’·‘수원18호’·‘제천5호’·‘승맥15호’ 등, 1940년대에는 ‘경남대맥89호’·‘수원31호’ 등이 있으며, 해방 이후에는 ‘칠보’가 육성되어 1959년부터 보급되었다.

쌀보리는 1920년에서 1950년대까지는 재래종의 순계분리 및 도입육종에 의하여 ‘방주’·‘죽하’·‘청맥’·‘귀과’·‘경과1호’ 등이 육성되었다. 그러나 쌀보리 육종사업은 겉보리에 비해 부진하였으며, 주로 도입품종에 의존하였다. 이 시기에 충남 논산에서 수집한 재래종을 순계분리하여 전북지방에서 우수성이 인정된 ‘논산과1-6호’가 1959년에 육성되기도 하였다.

맥주보리는 1907년 ‘골덴메론’ 등 도입품종에 대한 선발시험이 시작되었고, 맥주보리의 재배는 1933년 동양맥주주식회사의 전신인 기린맥주주식회사의 영등포공장이 설립되고 제주도에 원료용으로 재배한 것이 시작이었다. 한편 교배육종은 1929년에 ‘골덴메론’과 ‘제천’을 교배하여 두줄보리인 ‘수원대맥11호’를 육성한 기록이 있다.

우리나라의 작물에 대한 재배면적과 생산량 등이 공식적으로 조사·발표된 1910년을 기준으로 연대별, 맥종별 농가의 10a당 평균수량을 보면 1910년의 겉보리가 87 kg, 쌀보리는 91 kg이었다. 1950년 이전까지는 수량 증가가 별로 크지 않았으나 1960년대 이후 맥종별로 다수성 육종에 의해 수량이 크게 증가하였다(Fig. 1).

재배 안정성에 관한 시험 중 파성에 관한 연구는 1940년대 수원의 포장조건 하에서 파종기 이동에 따른 파성검정이 시도되었으나 실패한 후 단지 춘·추파성으로 구분하였다. 맥류에 발생하는 병 중에서 감부기병에 대해서는 많은 연구가 이루어졌는데 1924년부터 3개년간 시험한 결과 냉수온탕침법에 의한 종자소독으로 감부기병과 줄무늬병 예방의 효과를 구명하였다. 과거 30년간 개발된 파종양식은 전작에서는 축력 또는 인력을 이용하

Fig. 1. Progress in yield of Korean barley cultivars.

여 작조한 후 파종·복토하는 조파(휴폭 60 cm × 파폭 18 cm)가 관행 파종방법이었고, 중경·배토작업 역시 주로 인력에 의존하였다.

밀은 1910년대에 육종 초기에는 재래종의 순계분리와 도입육종에 의하여 이루어졌다. 우리나라의 유전자원 중에서 ‘얇은뽕이 밀’은 1905년 일본으로 건너가 ‘달마’라는 품종으로 재배되었고, 이것을 이용하여 육성한 ‘농립10호’는 미국으로 건너가 1960년 노먼 볼락 박사에게 의해 춘파밀 단간품종인 ‘Sonora64호’ 등 다수의 품종이 개발되었으며, 이는 세계 녹색혁명의 기초가 되었다(Cho et al. 1980). 교잡육종은 1915년에 권업모범장에서 시작되었고, 1919년에는 황해도 사리원에 서선지장을 설립하여 품종 개발 등의 사업을 수행하였으며, 1920년대에는 ‘사천달마’·‘강도’·‘캘리포니아’ 등이 선발되었다. 1933년에는 수원에서 품질이 우수한 ‘수원13호’를 교배한 후기계통에서 조숙종인 ‘육성3호’를 선발하여 보급하였다. 1930년대에 수원에서는 ‘수원85호’·‘수원92호’·‘수원96호’ 등 10여 품종을 육성 보급하면서 본격적인 교배육성에 의한 품종이 개발되었다. 1950년대에는 소비재배에 적합한 장간인 ‘장광’·‘영광’·‘진광’ 등을 육성하여 보급하였다. 이러한 품종들은 ‘육성3호’를 모본으로 육성한 품종으로, 1940년대까지 10a당 200 kg 수준이던 밀 수량을 1950년대에는 340 kg 수준으로 향상시켰으나, 키가 컸으며 성숙기가 6월 29일에서 7월 1일로 늦은 관계로 재배면적 확대에는 어려움이 있었다.

농공병진 및 우리 기술 활용 초기단계(1961~1970년)

작물시험장 전작물육종과는 맥류 육종과 재배기술 개발을 전담하였다. 1960년대에 맥류육종법은 계통육종법을 집단육종법으로 전환하였으며, 도입육종법과 병행 실시하였다.

겉보리는 육종 초기에 ‘부흥’·‘여기’·‘항미’ 등의 품종이 육성되었으며, ‘부흥’은 장간·내한성으로 소비재배, 척박지에서 수량이 높기 때문에 비료가 부족하던 시대상황에 잘 적응할 수 있는 품종으로 인정을 받게 되었다.

또한 쌀보리 육종은 1954년부터 전남 농촌진흥원에서 수행해 오다가 1968년 작물시험장 목포지장 광주출장소가 설치되면서 업무가 이관되었다. 이 시기의 교잡육종은 주로 일본 품종간의 교배가 이루어졌으나 육성된 품종은 없었다. 도입품종의 적응성 검정 결과 일본에서 도입된 ‘세도하다가(영산보리)’와 ‘향천과1호’가 국내 적응성이 우수하여 1966년 장려품종으로 지정되었다. 특히 ‘세도하다가’는 도복에 약한 편이었지만, 조숙·다수성의 특성 때문에 농가에 급격히 보급되었다.

한편 맥주보리는 1962년 한국 맥아공업株式會社가 설립되고, 1963년부터 맥주보리 계약재배가 시작됨에 따라 품종 육성의 필요성을 느껴 작물시험장 목포지장에서 1963년부터 육종이 시작되었다. 또한 한국맥아공업(주)에서도 1967년에 사천에 맥주맥시험장을 설치하여 품종을 육성하기 시작하였다. 이 때는 주로 도입육종에 의존하였으며, 순계분리육종도 작물시험장과 경남 농촌진흥원에서 1965년부터 시작하였으나 1968년 성과 없이 종결되었다.

보리의 생력화 재배 측면에서 보면 1960년대 초반까지만 해도 맥류 파종 및 관련작업은 기계화되지 못하여 작조·시비·간토·파종·복토 등의 모든 농작업이 축력이나 인력에 의존하였으며, 이식재배나 다주혈파와 같이 다수확은 가능하나 노동력을 극히 많이 필요로 하는 특수 재배법이 주종을 이루었다. 그러나 이런 재배법들은 농촌 노동력의 급격한 감소와 함께 1963년 대동공업이 일본과 기술제휴로 국산화된 경운기를 농가에 보급됨에 따라 시작된 맥류의 기계화와 더불어 점차 사라지게 되었다. 이처럼 경운기의 보급 확대와 이를 이용한 경운 정지가 용이해짐에 따라 관행 대비 약 25% 증수되는 광폭파(휴폭 60 cm × 파폭 30 cm) 재배가 권장되었다. 초기의 맥작 기계화는 주로 농업 노동력의 부족, 낮은 보리가격에 따른 생산비 절감의 필요성이 대두됨에 따라 경운기 로터리를 이용한 파종의 기계화가 우선이었다. 따라서 이것을 뒷받침하기 위해 전작 및 답리작에서의 적정 파종양식의 계속적인 개발이 뒤따랐고, 파종양식별 최적의 경운정지방법·기계파종방법·파종량·파종심도·시비량 등에 대한 시험이 수행되었다. 답리작에서는 전작과 달리 불량한 배수에 대처하기 위한 휴상 파종이 일반화되어 있어 1960년대의 관행재배로는 전남·북 지방에서는 축력과 인력을 이용한 휴립광산파(휴폭 120 cm × 파폭 90 cm)가 주였고, 경남·북지방에서는 배수가 양호한 답리작에도 주간조파(휴폭 30 cm × 파폭 9 cm)가 널리 이용되었다.

밀은 1960년대 각 도 농촌진흥원에서 맥류 육종 업무가 폐지되면서 작물시험장 전작물육종과는 맥류 육종 및 재배기술 개발을 전담하였고, 계통육종법과 집단육종법을 병행하여 육종을 진전시켰다. 작물시험장 전작물육종과는 밀 계통육성시험 및 생산력 검정시험, 지방연락시험 등 계통육종법을 실시하여 우리나라에 적응하는 밀 품종 개발의 기초적인 터전을 닦았고, 주요 개발 품종은 Table 1와 같다. 이 시기에는 밀 연구 목표도 식량 자급률 향상을 목표로 조숙·다수성 품종 개발에 역점을 두고 신품종을 개발한 결과 1963년도 육성한 직립이며 중간질인 ‘재광’과 1950

년대 품종에 비해 성숙기를 5~7일 빠른 조숙·극단간종인 ‘진농’이 개발되었다. 그 후 1969년에는 내도복이며 국수용인 ‘경광’, 조숙·단간·다수성 국수용 ‘원광’, 내한성이며 도복에 강한 국수용 ‘남광’을 개발하여 보급하였다. 이러한 품종들은 광주에서 성숙기가 6월 11일 전 후로 벼 이모작에 가능하게 하였을 뿐만 아니라 내도복성이고 다수성 품종으로, 수량성은 1950년대의 10a 당 340 kg 보다 22% 증수한 10a 당 416 kg 이었다. 그 이후 숙기 단축과 수량 증대의 목표를 가지고 육종한 결과 1970년대의 6월13일 성숙기와 408 kg/10a 수량에 비해 2010년대에는 6월3일의 성숙기와 532 kg/10a 수량을 보이는 품종들이 개발되어, 밀 육종을 시작한지 40년 만에 숙기는 10일 단축되면서 수량은 30%가 증가되었다(Fig. 2). 1960년대의 밀 품종은 제분율은 높으나 단백질 함량이 낮은 국수용이었다. 그러나 이 시기의 품종들은 성숙기 6월 중하순으로 늦어 장마철과 겹쳐 품질이 떨어지는 원인이 되었다. 또한 밭에서는 소득작물의 재배로 논에서 밀 재배 면적이 늘어나게 되어 벼 이모작 적응 품종 개발의 필요성이 대두되었다. 이로 인해 밀 연구 인력은 주로 육종 분야를 치중하였고, 재배법 개선에 대한 연구는 미미한 실정이었다.

Fig. 2. Progress in yield and maturity date of Korean wheat cultivars.

Table 1. Agricultural characteristics of major Korean wheat cultivar developed in 1960s.

Cultivar	Line name	Year	Maturity date (M.dd)	Grain yield (kg/10a)	Characteristics
Jaekwang	-	1963	6.24	320	Elect type, Noodle
Jinnong	-	1963	6.24	304	Short height, Noodle
Kyungkwang	Suge 145	1969	6.21	385	Late maturing, Noodle
Wonkwang	-	1969	6.23	434	Early maturing, Short height, High yield, Noodle
Namkwang	-	1969	6.25	428	Late maturing, Lodge tolerance, Noodle

1960년대의 관행재배로는 전남·북 지방에서는 축력과 인력을 이용한 휴립광산파(휴폭 120 cm × 파폭 90 cm)가 주였고, 경남·북 지방에서는 배수 양호한 답리작에 휴립 세조파(휴폭 30 cm × 파폭 9 cm)가 널리 이용되었다.

국제협력 및 주곡 달성기(1971~1980년)

1970년부터는 남부지역의 답리작에 적응하는 조숙·내습·다수성 품종 육성을 목표로 영남작물시험장에서도 보리와 밀 육종을 시작하였으며, 1977년에는 맥류 연구 전담기관인 맥류연구소가 설립됨으로써 연구에 더욱 박차를 가하게 되었다. 1970년도 농촌진흥원의 육종사업이 중단됨에 따라 보리 육종은 작물시험장과 1977년 설립된 맥류연구소에서 주로 수행하였으며, 1970년부터 영남작물시험장에서도 육종사업을 시작하게 되었다. 인공교배 조합수는 1971년 180조합에서 1972년 이후 431~711조합으로 대거 증가되었으며, 교배방법도 1960년대의 단교배 위주에서 3원교배·복교배·다계교배·여교배 등이 이루어졌다. 또한 교배친도 다양화되어 그 동안 육성된 중간모본, 도입종, 국제연락시험 공시계통 등이 이용되었다. 육종의 중점목표를 조숙·내도복성에 두고, 육종방법도 계통육종법으로 전환하여 F₂에서 이삭 선발하여 F₃부터 계통으로 전개하여 선발하였다. 1970년대의 육종사업은 획기적인 발전과 성과를 거두기 시작하여 급속한 품종의 변천을 가져오게 되었고, 주요 개발 품종은 Table 2과 같다. 작물시험장에서 1967년 미국으로부터 도입하여 1973년 장려품종으로 결정된 ‘올보리(Barsoy)’는 통일계 벼 품종의 정책적인 확대 보급에 따라 보리의 조숙화가 특히 요구되던 시기에 조숙·내도복·다수성 품종으로 인정되어 답리작 재배지에 널리 보급되게 되었다(Sung et al. 2014). 또한 1974년에는 영남작물시험장이 설립된 후 최초로 육성된 ‘밀양6호’는 조숙·다수성 품종으로 경북 이남지역에 보급되었다. 또한 작물시험장과 맥류연구소에서 1976년에는 도복에 약한 ‘부흥’의 단점을 보완한 ‘부농’과 도복에 강한 ‘강보리’가 육성되었고, 1977년의 극심한 흑한에서도 살아남은 내한성 품종인 ‘동보리1호’, ‘동보리2호’가

육성되기도 하였다. 1978년 이후 맥류연구소에서는 ‘두루보리’(78), 영남작물시험장에서는 ‘알보리’(78), ‘오월보리’(79) 등의 이모작 적응성이 높은 조숙·다수·내도복성 품종들이 육성되었다.

쌀보리는 1973년 작물시험장 목포지장 광주출장소가 폐쇄되면서 육종 업무가 목포지장으로 통합되었고, 1975년에는 호남작물시험장에 전작물연구담당관실이 신설되면서 이곳에서도 쌀보리 육종사업이 수행되었다. 교잡육종에 의해 1973년 ‘광성’이 작물시험장 목포지장에서 최초로 육성되었으며, 순계분리육종에 의해 완주지방의 재래종에서 순계 분리한 춘파용 ‘완주봄쌀보리’가 1973년 작물시험장에서 육성되었다. 또한 방사선 농업연구소에 의해 열중성자를 이용한 돌연변이 육종에 의해 최초의 돌연변이 품종 ‘방사6호’가 육성되기도 하였다(Kim et al. 1976).

1970년 이전에는 미미하였던 맥주보리 육종은 1970년대에 들어오면서 맥주보리의 국내 공급계획에 따라 강화되기 시작하였다. 작물시험장에서는 도입육종에 치중하였는데, 일본에서 도입한 ‘사쓰키 2조’가 도복에 강하고 다수성으로 인정되어 1973년 ‘향맥’으로 명명되어 널리 보급되었다. 교잡육종은 주로 두산농산(주)의 맥주맥시험장에서 이루어져 1978년 국내 최초의 맥주보리 교잡육종으로 ‘사천2호’가 육성되었고, 1979년에는 조숙·양질·다수성인 ‘사천6호’가 육성되어 1980년대의 장려품종으로 농가에 널리 보급 되었다. 맥류의 품질연구는 1970년대 초에 시험 기자재의 확보와 실험방법의 도입 및 개선 등으로 기초가 확립되었고, 맥류전문연구기관인 맥류연구소가 1977년에 발족됨에 따라 전문화된 연구인력과 실험기기의 확충으로 본 궤도에 올랐다. 양질품종 선발을 위한 육성계통의 품질검정, 환경요인이 품질에 미치는 영향, 검정방법의 확립, 가공이용연구 및 고단백 품종선발에 관한 기초연구 등이 중점적으로 수행되었다.

보리의 기계화 재배는 1970년 이후의 경운기 보급과 더불어 1974년에 개발·보급된 경운기 부착 휴립로타리를 이용한 휴립광산파 방법이 연구되었는데, 인력작업에 비해 복토가 균일하여 수량도 6% 정도 증수하는 것으로 나타났다. 1970년대 후반에는

Table 2. Agricultural characteristics of major Korean barley cultivars developed in 1970s.

Cultivar	Line name	Year	Spring growing nature	Plant height (cm)	1000 grain weight (g)	Heading date (M.dd)		Maturity date (M.dd)		Grain yield (kg/10a)		Characteristics
						upland	paddy	upland	paddy	upland	paddy	
Owol	Miryang 16	79	I	84	31.0	-	4.8	-	5.24	368	333	Early maturing
OI	Barsory	73	IV	75	38.1	5.5	4.25	6.7	6.1	299	251	Early maturing, Large grain
Sacheon 6	Sacheon 6	79	I	80	39.5	4.3	4.15	5.25	5.26	258	513	Lodge tolerance

작후의 소요노력까지도 절감할 수 있는 방법으로 논 전면에서 종자와 비료를 뿌리고 경운기 로타리로 경운하여 토양에 혼입하는 전면전층파가 시험·연구되기도 했으나 수량이 불안정하여 일반농가에는 널리 보급되지 못하였다.

밀은 1970년대는 우리나라의 산업화의 태동으로 본격적인 성장기로 접어들면서 사회적·경제적으로 크게 발전하였으며, 국민 소득도 증가와 함께 자연히 밀 소비량도 급격히 증가하여 1960년대 1인당 소비량이 11 kg 이던 것이 1970년대는 26~29 kg 수준으로 크게 늘어났다. 재배면적도 1960년대 말부터 증가하기 시작하여 1970년에 96,740 ha로, 이 때가 우리나라에서 밀을 가장 많이 재배하던 시기였다. 이에 따라 밀에 대한 관심이 늘어나면서 작물시험장 맥류 연구 담당관실의 업무를 확대 강화하여 1977년 맥류 연구 전담기관인 맥류연구소가 설립됨으로써 맥류 연구에 더욱 박차를 가하게 되었다. 그 동안 작물시험장 전작물육종과의 연구원이 9명에서 맥류연구소가 설립되면서 밀 육종과 10명, 밀 재배과 8명, 밀 품질 분석과 8명으로 총 27명으로 늘어남에 따라 맥류 연구의 활성화를 가져오는 계기가 되었다. 인공교배방법도 1960년대의 단교배 위주에서 3원교배·복교배·다계교배·여교배 등이 이루어졌으며, 교배친도 다양화되어 그 동안 육성된 중간모본·도입종·국제연락 시험 공시계통 등이 이용되었고, 주요 개발 품종은 Table 3과 같다. 이러한 연구 결과 1973년에 다수성인 ‘신광’을 육성하였고, 1976년에는 다수성이면서 중생종인 ‘조광’을 육성하여 농가에 보급하였다. 그리고 1980년에는 조숙이면서 대립·다수성인 ‘그루밀’을 육성하여 우리나라 밀 품종 개발의 새로운 장을 열게 되었다. ‘그루밀’은 ‘금강밀’이 육성되기 전까지 약 15년간 우리나라 표준품종으로 재배되었다. 또한 1970년부터는 영남작물시험장에서도 남부지역의 답리작에 적응하는 조숙, 내습, 다수성 품종 육성을 목표로 1969년 경북농촌진흥원에서 양성 중이던 밀 육종 재료를 인수 받아 계통육종법으로 밀 육종을 시작하였다. 당시 농가에서는 일본에서 도입된 ‘농립4호’와 1960년대 개발된

‘장광’이 주로 재배되었는데, 이 품종들은 만숙종이고 도복에 약하며 수량성이 낮아 논에서는 물론 밭에서도 2모작이 어려운 실정이었다. 이에 영남지방에 적응하는 품종 육성을 위해 1974년 일본에서 도입한 계통 중에서 조숙이면서 다수성인 ‘중국81호’를 선발하여 준 장려품종으로 보급하였고, 1976년에는 영남작물시험장에서 인공교배한 계통 중에서 처음으로 조숙 고제분성 ‘울밀’을 육성하였으며, 1979년에는 조숙 다수성인 ‘다홍밀’과 ‘청계밀’을 육성하였다.

밀의 재배법 개발은 보리의 재배법 연구와 병행하여 수행하였다.

농촌노동력 부족 및 농업기계화 시대(1981~1990년)

1980년대에 접어들면서 쌀의 자급이 가능해지고 국민소득이 향상됨에 따라 보리의 수요는 점차 감소되어 갔고, 보리 재배면적도 점차 줄어들어 1985년부터는 보리 생산을 자율화로 전환하게 되었다. 그러나 보리육종사업은 줄어가는 재배면적을 유지하고 새로운 수요를 창출하기 위해 더욱 강화되었고, 그 동안의 육종성과도 본격적으로 나타나기 시작하였으며, 주요 개발 품종은 Table 4와 같다.

겉보리는 작물시험장에서 극조숙 품종과 남부지역 적응계통을 선발하기 위하여 목포지장 무안시험지에 F₂조합을 공시하여 선발하였으며, 경기 북부 연천시험지를 설치하여 1979년부터 내한성 계통을 선발하기 시작하였다. 이 시기에 맥류연구소에서는 ‘조강보리’('80)·‘탐골보리’('81)·‘팔달보리’('82)·‘새울보리’('83) 등이 육성되었으며, 영남작물시험장에는 ‘부호보리’('80)·‘남해보리’('81)·‘조풍보리’('82)·‘알찬보리’('83)·‘영남보리’('85)·‘대진보리’('89) 등이 육성되었다. 쌀보리 육종사업은 주로 호남작물시험장에서 이루어졌으며, 맥류연구소에서도 1984년부터 내한성 쌀보리 품종 육성을 정식 항목으로 설정하였고, 남부지역 적응성 계통선발을 위해 전남과 경남 농촌진흥원과 공동연구로 육종사업을 실시하였다. 이 시기에 작물시험장 목포지장에서 ‘무안보리’를, 호남작물시험장에서는 ‘송하

Table 3. Agricultural characteristics of major Korean wheat cultivar developed in 1970s.

Cultivar	Line name	Year	Grain yield (kg/10a)	Characteristics
Sinkwang	-	1973	328	Early maturing, High yield
Chokwang	Suge 189	1976	340	Early maturing, Elect type, Noodle
Ol	Miryang 5	1976	384	Early maturing, High yield, Cookie
Dahong	Miryang 7	1979	393	Early maturing, Lodge tolerance, Noodle
Chunggye	Miryang 9	1979	446	Early maturing, Short height, Noodle
Geru	Suwon 215	1980	451	Early maturing, Elect type, Short height, Noodle

Table 4. Agricultural characteristics of major Korean barley cultivar developed in 1980s.

Cultivar	Line name	Year	Spring growing nature	Plant height (cm)	1000-grain weight (g)	Heading date (M.dd)		Maturity date (M.dd)		Grain yield (kg/10a)		Characteristics
						upland	paddy	upland	paddy	upland	paddy	
Chal	Suwon 227	1984	I	82	30.0	5.12	5.3	6.14	6.9	325	288	Waxy, Lodge tolerance
Chalssal	Suwon 236	1988	I	77	26.2	-	4.23	-	6.2	337	328	Waxy, Cold tolerance
Naehanssal	Irri 16	1988	IV	84	34.4	-	5.3	-	6.7	366	366	Cold tolerance, High yield
Saessal	Irri 6	1983	III	76	27.4	-	4.27	-	6.3	405	370	Lodge tolerance, High yield
Jinkwang	Suwon 246	1989	I	86	42.9	4.10	4.20	5.22	5.30	412	497	Lodge tolerance, High yield
Doosan 29	Doosan 29	1988	I	78	43.0	4.11	4.29	5.26	6.2	455	428	High grain quality
Doosan 8	Doosan 8	1981	I	59	41.8	4.10	4.24	6.1	6.11	512	523	Lodge tolerance, High yield

보리'('82) · '새쌀보리'('83) · '늘쌀보리'('84) · '긴쌀보리'('88) · '내한쌀보리'('88) 등을 육성하였으며, 전남농촌진흥원에서는 전남 광양 봉광에서 수집한 재래종을 순계분리하여 '무등쌀보리'('86)를 육성하였다.

한편 맥주보리는 작물시험장 목포지장에서 시작된 국가연구기관으로서의 맥주보리 육종사업은 별 성과 없이 1982년 맥류연구소로 육종사업이 이관되었다. 1984년부터는 맥류연구소, 전남, 경남, 제주도 농촌진흥원, 두산농산(주), 조선맥주(주)가 공동으로 육종사업을 실시하게 되었으며, 또한 1984년부터 영남작물시험장에서도 독자적 맥주보리 육종사업을 시작하게 되었다. 그 동안 맥주보리 품종육성에 많은 성과를 보여왔던 두산농산(주)의 사천 맥주맥시험장이 1987년 육종사업을 중단함에 따라 육종재료와 잡종세대 및 선발계통을 맥류연구소로 이관하였고, 본격적인 국가연구기관에서의 육종사업이 이루어지게 되었다. 이 기간에 두산농산(주)에서 '두산8호'('81) · '두산12호'('83) · '두산22호'('84) · '두산29호'('88)를 육성하였으며, 맥류연구소에서는 경남 및 전남농촌진흥원과 공동연구사업 결과로 1989년 국가연구기관에서 최초의 맥주보리 교잡육종 품종인 '진광보리'가 육성되었다. 1980년대 보리 육종사업의 특징은 작물시험장 목포지장과 두산농산(주)의 맥주보리 육종사업이 맥류연구소로 이관되었고, 영남작물시험장이 맥주보리 육종에 참여함에 따라 맥주보리 육종은 국가연구기관 주도 하에 해당 도 농촌진흥원과 맥주회사와 공동연구체계를 갖추게 되었다. 또한 쌀보리 육종사업도 맥류연구소가 참여하면서 내한성 쌀보리 품종 육성이 강화되었고, 남부지역 적응 품종 육성을 위해 전남 및 경남 농촌진흥원과 공동으로 연구하게 되었다. 또한 보리육종 방향도 식용, 가공용, 총체용, 맥주용, 주정용, 사료용 등으로 용도별로 세분화되었다. 육종방법에 있어서도 돌연변이를 이용한 육종, Bulbosum 법 및 약배양법에 의한 반수체 육종, 외래 DNA 도입에 관한

연구가 시작되면서 육종의 효율성 증진에 노력하였다.

보리의 생력재배 기술 개발 측면에서의 1980년대는 고품재배가 불가피한 배수 불량한 답리작에서 작후도 하면서 세조파할 수 있는 경운기 또는 트랙터 부착 휴립세조파기가 연구 보급되었는데, 이는 휴상에 세조파의 이점을 살리도록 하여 관행재배보다 19%가 증수되었다. 보리 최대생산을 위한 작부체계 면에서는 이전까지는 주로 벼와 다른 발작물들과의 재배기간과 자원 이용상의 경합 해소를 위한 시험연구에 초점이 맞추어져 있었으나 1980년대 후반에 들어 농업 노동력의 부족 현상이 심화되어 유휴경지는 급격히 늘어나고 사료용 곡물 및 청예사료의 수요는 급증하고 있으므로 유휴지와 답전윤환지에 맥류를 도입하여 곡실 및 청예사료를 생산하는 작부체계 연구에 주력하게 되었다.

밀은 1980년대는 경제 성장과 더불어 국민 소득이 증가하고 쌀의 자급률이 증가하면서 보리의 소비는 줄어들기 시작한 반면 바쁜 현대인을 위한 제품 개발로 밀의 소비는 늘어나게 되었다. 그러나 1980년도 냉해로 인해 벼 생산량이 36% 감소됨에 따라 정부는 식량 확보에 주력하였고, 안정적인 식량 공급을 위해서 밀 수입 자유화를 선언하였으며, 1984년에는 밀 수매제도를 폐지하였다. 이와 더불어 15년간 영남작물시험장에서 수행하던 밀 연구는 중단하고 계통, 생산력검정 및 지역적응시험 종자를 농촌진흥청 유전자원 은행에 보관하였다. 맥류연구소에서도 밀 육종연구 인력을 11명에서 7명으로 대폭 줄이고, 다수성 품종 개발과 기본식물 유지 등 그 명맥을 유지하면서 사료용 작물 개발을 위한 호밀 · 귀리 · 트리티케일 등에 대한 연구로 전환하였다. 또한 밀의 생명공학 연구 등 기초연구도 수행하게 되었다. 이러한 시대적 상황 속에서도 1982년에 조숙 · 단간 · 내도복 · 내습성 '은파밀', 조숙 · 단간 · 내재해성 최초 빵밀인 '탐동밀'을 개발하였으며, 1988년에는 영남작물시험장에서 그 동안 지역적응시험에 공시되었던 계통을 활용한 '밀양19호'와 '남해밀'을

Table 5. Agricultural characteristics of major Korean wheat cultivar developed in 1980s.

Cultivar	Line name	Year	Grain yield (kg/10a)	Characteristics
Eunpa	Suwon 224	1982	395	Early maturing, Lodge tolerance, Noodle
Tapdong	Suwon 224	1986	470	Early maturing, Short height, Hard wheat
Namhae	Miryang 24	1988	541	Early maturing, High yield, Cookie

Table 6. Agricultural characteristics of major Korean barley cultivar developed in 1990s.

Cultivar	Line name	Year	Spring growing nature	Plant height (cm)	1000-grain weight (g)	Heading date (M.dd)		Maturity date (M.dd)		Grain yield (kg/10a)		Characteristics
						upland	paddy	upland	paddy	upland	paddy	
Sangrok	Suwon 339	1999	I	82	31.5	4.29	4.23	6.4	5.21	472	354	A biotic stress tolerance
Paldo	Suwon 329	1998	IV	87	32.8	5.3	4.23	6.6	5.25	399	341	A biotic stress tolerance
Mirak	Miryang 72	1996	III	81	33.4	-	1.17	-	5.30	443	367	A biotic stress tolerance
Daebaek	Miryang 67	1995	III	72	34.8	-	4.21	-	6.4	474	367	Lodge tolerance
Dongho	Iksan 47	2000	III	79	31.0	4.25	4.22	6.1	5.28	390	346	^z BYMV resistance
Daehossal	Irri 40	1998	III	85	32.5	4.26	4.25	6.1	5.28	361	386	^z BYMV resistance
Saechalssal	Suwon 292	1994	IV	79	29.4	5.4	4.24	6.1	5.29	430	336	Large grain, Waxy
Singo	Suwon 344	1999	I	94	42.5	4.9	4.20	5.19	5.25	418	470	^z BYMV resistance
Danwon	Miryang 83	1999	I	77	37.5	-	4.23	-	5.31	447	470	Lodge tolerance
Namhyang	Suwon 305	1995	I	75	43.6	4.4	4.19	5.15	6.3	433	530	High grain quality, High yield
Jinyang	Suwon 281	1993	I	81	40.0	3.30	4.18	5.14	6.1	439	531	High grain quality, High yield
Samdo	Miryang 56	1993	I	70	40.9	4.10	4.24	5.19	6.6	434	506	Lodge tolerance, High yield
Jeju	Suwon 265	1992	I	75	39.8	4.8	-	5.21	-	409	-	Lodge tolerance

^zBYMW = Barley Yellow Mosaic Virus

개발하였다(Table 5).

밀의 재배법 개발 연구에서도 경제 성장과 더불어 농업 기계화가 급속히 진전되어 그 동안 경운기를 이용한 파종에서 트랙터에 의한 파종이 시작되었으며, 특히 트랙터 부착 세조파는 파종 시간과 노력을 크게 단축할 수 있었다. 또한 수확 기계의 발전은 더욱 빨라 인력에 의한 탈곡에서 자동형 탈곡기 및 콤바인이 보급되면서 노동력의 절감 효과는 더욱 커지는 계기가 되었다. 자연히 재배분야에서는 파종방법에 대한 연구와 수확 건조 탈곡에 대한 연구 결과를 도출하였다. 특히 고휴재배가 불가피한 배수불량한 답리작에서 작휴도 하면서 세조파할 수 있는 경운기 또는 트랙터 부착 휴림세조파기가 연구 보급되었는데 이는 휴상에 세조파의 이점을 살리도록 하여 관행재배보다 19%가 증수되었다. 하지만 1984년 정부의 밀 수매중단과 품종 개량사업 중단 지시로 1983년의 재배면적 26,446 ha가 1984년에는 6,411 ha로 급격히 감소하였다.

국제화 및 농산물 수입 개방화 시대(1991~2000년)

1980년대가 보리육종사업의 전성기였다면 1990년대는 쇠퇴기라 할 수 있다. 1991년 11월 맥류연구소가 폐소되어 작물시험장내 맥류과로 축소 개편됨에 따라 보리 육종사업도 1개과에서 수행하던 것을 1개 실에서 담당하게 되었다. 1990년대 후반에 들어서는 작은 정부 구현으로 구조조정이 대두되었고, 육종의 중북을 피한다는 명분 아래 작물시험장과 호남농업시험장 및 영남농업시험장의 맥류 연구에 대한 업무분담을 하게 되었다. 2000년 2월에 작물시험장 맥류과에서는 걸보리·쌀보리·맥주보리·사료맥류 품종 육성에서 내한성 보리와 밀 품종 육성 호밀·귀리 등 사료맥류의 품종 육성을 담당하고, 호남농업시험장에서는 남부 이모작 적응 쌀보리의 품종육성을, 영남농업시험장에서는 남부지역 답리작 적응 맥주보리의 품종 육성만을 전담하게 되었으며, 주요 개발 품종은 Table 6과 같다.

걸보리 육종사업은 1990년대 전반에는 다소 축소되었으나 1990년대 후반 IMF사태를 맞이 하면서 보리의 확대 재배의 필요성이 제고되어 목표를 중부지역의 답리작에 안전재배가

가능한 극조숙·내재해성 보리품종, 총체사료용 초다수성 보리 품종 육성에 역점을 두고 수행하게 되었다. 영남작물시험장은 대립·다수성 품종 육성에 노력하여 많은 성과를 거두었다. 이 기간동안 작물시험장에서 ‘새알보리’(93)·‘팔도보리’(98), 영남농업시험장에서는 ‘새알보리’(92)·‘큰알보리’(93)·‘낙영보리’(94)·‘대백보리’(95)·‘미락보리’(96) 등이 육성되었다.

쌀보리 육종사업은 이제까지 육성된 대부분의 품종들은 키가 작으며 까락이 짧고 잎이 두껍고 뭉뚝하며 입형이 원형인 와성(*uzu*)형이었으나, 1990년대에 접어들면서 까락이 길고 키도 다소 크며 잎이 얇고 길며 입형이 길쭉한 병성형 품종들이 육성되기 시작하였다. 또한 호남농업시험장에서 1991년 보리 호위축병에 관한 연구를 시작으로 전국적으로 발생하는 월동 후 황화현상의 주요 요인중의 하나가 토양전염성 바이러스병인 보리호위축병에 기인하는 것으로 밝혀지게 되었다. 따라서 쌀보리 중심으로 호위축병 저항성 품종 육성에 관심이 고조되기 시작하여 보리 호위축병 검정법, 보리 호위축병 저항성 유전인자 분석, 저항성 유전자 선발을 위한 분자표지인자 개발 등 많은 연구가 이루어지게 되었다. 이 기간 동안 호남농업시험장에서는 ‘흰쌀보리’(92)·‘울쌀보리’(94)·‘춘추쌀보리’(95)·‘광활쌀보리’(96)·‘강호쌀보리’(97)·‘대호쌀보리’(98) 등이 육성되었고, 작물시험장에서의 내한성 쌀보리 육성은 주로 찰성 쌀보리에 치중하였다.

한편 맥주보리 품종 육성은 국가 연구기관으로 전부 이관된 이후로 작물시험장은 전남·경남 농촌진흥원 및 맥주회사와 꾸준한 공동연구를 수행하면서 고품질 맥주보리 품종 육성을 위한 품질검정체계 확립에 많은 노력을 기울였으며, 영남농업시험장 역시 맥주보리 품종 육성에 많은 비중을 두면서 노력한

결과 이 시기동안 작물시험장에서는 ‘제주보리’(92)·‘진양보리’(93)·‘남향보리’(95) 등을, 영남농업시험장은 ‘삼도보리’(93)·‘단원보리’(98) 등을 육성하게 되었다. 특히 보리의 조숙화에 매진한 결과 겉보리는 수원에서 1960년대의 육성품종이 5월 9일에 출수되었으나 2000년대에 육성된 품종의 평균 출수기는 4월 30일로 9일이 빨라졌으며, 성숙기는 1960년대 6월 14일에서 2000년대에는 6월 4일로 10일이 단축되었다(Fig. 3). 이와 같이 맥류가 조숙화된 것은 출수기에 관여하는 생리적 요인, 즉 파성·협화의조만성·단일반응성·내한성을 구명하여 이들에 관여하는 인자를 조화롭게 조합하였기 때문이다. 따라서 보리의 조숙성 육종에 관한 한 세계적 수준으로 발전하였으며, 이와 같이 맥류의 출수·성숙기가 크게 앞당겨지게 된 것은 우리의 주곡인 쌀과의 미백 작부체계에 적응하기 위한 지속적인 노력의 결과라고 할 수 있다.

또한 보리의 재배안전성에 관한 연구도 많이 수행되었다. 흰가루병 저항성 검정 시 공식 균주는 혼합 *race*를 이용하여 유묘기 검정과 포장 검정을 실시하였는데, 1986년부터는 이를 *race*별 저항성을 검토하는 한편 *race*별 저항성 인자의 유전연구도 실시하였다. 우리나라에서 전작 및 답작 보리재배에서 흔히 발병되는 줄무늬병은 1978년부터 연구를 시작하여 인위적인 병균 접종법을 개발하였고, 품종 중에는 여기·‘동보리2호’·‘부호보리’·‘밀양6호’ 등이 저항성 품종으로 분류되었다. 보리호위축병에 대하여는 상습 발병지인 호남작물시험장 전작포장에서 육성계통 및 주요 품종에 대하여 저항성 검정 결과 ‘상록보리’·‘동호쌀보리’·‘재강쌀보리’·‘강호쌀보리’·‘신호보리’ 등이 저항성이었다. 특히 호위축병은 2조보리가 약한 경향인데 현재 장려되

Fig. 3. Progress in maturity date of Korean barley cultivars.

고 있는 맥주보리 중 ‘신호보리’가 저항성을 갖고 있다. 호위축병에 대한 발생지역, 균계, 검정방법 등에 대한 연구도 수행되어 이용되고 있다. 우리나라에서는 2~3년마다 맥류의 등숙기가 장마철과 겹칠 때가 있어 등숙 후기에 수발아의 위험이 커서 내수발아성 품종 육성은 중요한 과제가 되었다. 1983년에는 수발아검정법으로 모래문이법을 개발하였고, 검정시기도 출수 후 40일 처리가 수발아 검정 적기임을 구명하였다. 내수발아성 품종으로는 ‘동보리2호’ · ‘이리9호’ · ‘히노데하다가’ · ‘두산8호’ 등을 선발하였다.

파종의 생력 기계화 연구와 더불어 기타 작업의 생력 기계화 체계를 확립하기 위한 연구도 이루어져 1960년대 전반까지 주로 인력에 의존하던 중경 · 배토작업을 생략하여도 수량이 저하되지 않는 재배관리 기술이 속속 연구되었고, 덧붙여 제초 · 병충해 방제 · 수확 · 탈곡 · 건조 · 저장 · 조제 등의 전 농작업 소요시간이 과거 10a당 157시간이 소요되던 것이 1991년 현재 트랙터를 이용한 제초파, 방제기를 이용한 제초 및 병해충 방제, 콤바인을 이용한 수확 및 탈곡과 건조기를 이용한 건조 등에 총 34시간만 소요되는 정도의 기계화 일관작업체계를 구축하여 농가에 보급하였다.

밀은 1990년에는 식량 자급률 향상과 국민소득 증가로 맥류의 소비가 둔해지고 제고가 누적되면서 맥류 연구에 대한 관심 소홀과 예산 감소로 결국 1992년에 15년간 연구했던 맥류연구소가 폐지되고 작물시험장으로 편입되어 연구소에서 1개의 맥류과로 시험사업을 수행하게 되었다. 그러나 1989년 경남의 고성에서 ‘한살림’과 ‘카톨릭농민회’에서 ‘우리밀 살리기 운동’이 일어나고 이어서 1991년에 ‘우리밀 살리기 운동’ 발기인 대회가 열렸으며, 1993년 사단법인 등록을 함으로써 우리밀에 대한 관심을 불러 일으켰다. ‘우리밀 살리기 운동’을 계기로 밀은 전국적으로 100 ha가 재배되던 것이 1996년에는 2,787 ha로 확대되었다.

이와 더불어 1994년에 영남농업시험장에서도 그 동안 유전자원 저장고에 보관 중이던 육성계통을 꺼내어 밀 육종사업을 다시 시작하였다. 그러나 이렇게 재배면적을 확대하는데 소요되는 종자가 없어 점진적으로 확대할 수밖에 없었으며, 작물시험장에서도 여분의 포장을 내어 종자증식을 하기도 하였다. 처음에는 생산된 우리밀을 쌀보리 수매가격보다 비싸게 수매하였으나, 제정의 압박으로 수매가격을 점차 낮추게 되었고, 제품을 판매에 대한 경영 미숙 등 결국 ‘우리밀 살리기 운동’은 좌초하게 되었고, 밀도 약 3,000 ha정도 재배되다가 재배면적이 급격히 감소해 그 명맥만 유지하게 되었다. 이러한 사회적 시대적 기회에 부응하여 밀 육종사업은 활발하게 추진하여 1992년에는 조숙 · 다수성인 ‘우리밀’을 육성하였고, 1993년은 조숙 · 양질 · 내도복성 ‘울그루밀’, 조숙 · 고제분성 ‘알찬밀’, 중간질 · 조숙 · 양질 · 고제분성 ‘고분밀’, 1996년에는 고제분 · 조숙 · 내한성 ‘금강밀’을 육성하여 농가에 보급하였다. ‘금강밀’은 지금까지 육성된 밀 품종들 보다 숙기가 4~6일 빠르고 수량성이 높으며 단백질의 함량이 높아 빵용 뿐만 아니라 다목적용으로 사용할 수 있는 우리나라 최초의 품종이었고, 현재까지도 ‘금강밀’은 우리나라 밀 생산의 약 70%를 차지하고 있다(Nam et al. 1998). 이 밖에도 조숙 품종인 ‘새울밀’, ‘서둔밀’, ‘진품밀’, ‘밀성밀’ 등을 육성하여 밀 연구의 최고의 전성기를 구가했다(Table 7).

밀의 재배법 개발 연구에서도 파종 노력 절감에 더욱 매진하여 벼 입모종 맥류 파종 방법을 확립하였으며, 또한 1990년대 후반에는 트랙터 부착 비료 살포기를 이용한 휴림광산과의 재배 기술이 개발됨으로써 파종 노력을 크게 절감할 수 있었다. 또한 범용 콤바인 기계 보급으로 대면적을 동시에 수확 할 수 있는 기술이 개발되었고, 이와 동시에 수확 후 관리 기술개발에 집중하였다 특히 건조조건 및 RPC를 이용한 수매 방법과 품질 검정 체계에 대한 연구 성과를 도출하였다.

Table 7. Agricultural characteristics of major Korean wheat cultivar developed in 1990s.

Cultivar	Line name	Year	Grain yield (kg/10a)	Characteristics
Uri	Suwon 250	1992	529	Early maturing, Soft wheat, Cookie
Olgeuru	Suwon 253	1993	477	Early maturing, Lodge tolerance, Cookie
Alchan	Suwon 257	1994	426	Early maturing, High flour yield, Noodle
Gobun	Suwon 262	1995	478	Early maturing, High flour yield, Noodle
Keumkang	Suwon 267	1996	422	Early maturing, High flour yield, Noodle
Saeol	Miryang 29	1997	532	Early maturing, Lodge tolerance, Noodle
Seodun	Suwon 261	1997	485	Early maturing, High grain quality, Noodle
Jinpoom	Suwon 265	1998	540	High flour yield, High grain quality, Noodle
Milsung	Miryang 29	1998	524	Early maturing, Noodle

농산물 고품질, 안정성, 경쟁력 제고(2001~현재)

2000년대 이후에는 계통 선발의 정확성과 그 효율을 높이기 위해서 DNA 마커나 간편한 검정방법을 이용한 성분육종 연구와 용도의 다양화를 위한 육종을 수행하고 있으며, 주요 개발 품종은 Table 8와 같다.

겉보리는 2000년대 이후 보리차, 식혜 등의 전용 품종인 ‘혜양’과 ‘혜강’이 육성되었으며, 가공업체와 연계한 용도별 전용품종 단지를 조성하였다. 쌀보리는 2000년대에 ‘동호쌀보리’·‘재안찰쌀보리’·‘새늘쌀보리’·‘풍산찰쌀보리’·‘새한찰쌀보리’ 등 19개 품종이 육성되었다.

맥주보리는 품질이 가장 중요한 요인인데, 특히 우리나라는 저온 건조한 겨울철과 재생기 이후의 춘계 생육기간이 짧은 기후적 특징으로 인한 등숙 불량과 수확기 강우의 피해로 양질 맥주보리 생산에 걸림돌이 되고 있었다. 또한 기상적으로 등숙기간이 짧고 고온에 의하여 우선 종실의 풍만도가 떨어져 곡피비율과 질소함량이 높고 균일도가 떨어져 발아세에 지장을 초래하므로 등숙율이 높고 후기분얼이 적은 계통선발에 치중하여 2000년대에는 ‘대영’·‘대아’·‘호품’ 등 7개 품종을 육성하였고, 2010년대에는 ‘광맥’(Kang et al. 2017), 2011년에는 ‘중모2007’를 육성하였으며, ‘호품’은 제주도에 전용실시하여 제주맥주를 생산하는데 크게 기여하였다. 우리나라는 보리의 추파지대로서는 상당히 고위도에 속하여 자연도태에 의한 내한성 선발이 자연스

럽게 이루어져 왔으며, 국내 육성 겉보리 품종은 세계적으로도 내한성이 강한 것으로 평가를 받고 있다. 또한 쌀보리의 북한계선은 내한성 쌀보리가 육성되기 이전에는 1월 최저평균기온 -5℃선으로 서천-익산-순창-남원-고령-영천-영덕을 잇는 이남지역에서만 안전 재배가 가능하였지만, 내한성 인자의 도입에 의한 육종적 노력의 결과 ‘찰쌀보리’·‘새찰쌀보리’·‘진미찰쌀보리’ 등이 육성되어 1월 최저평균기온이 -8℃인 김포-수원-아산-조치원-전주-영동-상주-구미-봉화-강릉선을 잇는 중북부 지역까지도 안전 재배가 가능하게 되었다. 최근에는 베타글루칸과 안토시아닌 성분 등 기능성 향상 보리를 육성하기 위해 노력한 결과 2000년대에는 ‘조아찰’·‘보석찰’·‘자수정찰’·‘강호청’을 육성하였고, 2010년대에는 ‘베타원’·‘흑누리’·‘흑보찰’ 등을 육성하였다.

보리의 재배법 개선을 통한 생력재배 현황을 살펴보면 벼·보리 농사의 현행 작부체계에서 벼 수확과 보리 파종은 노동력이 가장 많이 소요되는 시기와 중첩되어 있다. 특히 벼 수확과 맥류 파종기에 잦은 강우로 배수가 불량한 논(전국 63%, 호남 73%)은 맥류의 파종작업이 7~10일 정도 지연되는 등 파종작기 일실과 작업량의 과다를 이유로 보리 재배를 기피하는 경우가 많다. 또한 이 시기에 벼짚을 소각하는 경우가 많아 노동력의 수요가 가중되고 있을 뿐만 아니라 매연공해 유발 및 유기물 자원 낭비에 따라 땅심이 나빠지고 있다(Kim et al. 2008). 이런 문제점을

Table 8. Agricultural characteristics of major Korean barley cultivar developed in 2000s.

Cultivar	Line name	Year	Vernalization	Plant height (cm)	1000 grain weight (g)	Heading date (M.dd)		Maturity date (M.dd)		Grain yield (kg/10a)		Characteristics
						upland	paddy	upland	paddy	upland	paddy	
Keunal 1	Miryang 105	2001	I	76	37.7	-	4.22	-	5.26	453	415	A biotic stress tolerance
Poongsanchal	Suwon 358	2001	I	53	35.8	5.2	4.27	6.5	5.31	425	368	Lodge tolerance, High yield
Hopoom	Miryang 114	2003	I	84	42.1	4.7	4.15	5.16	5.21	548	528	² BYMV resistance
Daea	Miryang 103	2001	I	72	39.8	4.8	4.18	5.15	5.25	-	488	Lodge tolerance
Hyekang	Iksan 445	2011	II	77	25.1	5.4	4.26	6.11	6.2	461	438	² BYMV resistance
Hyeyang	Iksan 432	2010	I	79	26.9	4.29	4.22	6.4	5.29	419	455	² BYMV resistance
Hukuri	Iksan 100	2011	IV	95	30.0	-	4.28	-	6.4	-	317	Black grain
Nurichal	Iksan 95	2010	III	82	25.0	-	4.23	-	5.30	-	384	Lodge tolerance, High yield
Huknarae	Iksan 96	2010	II	86	26.0	-	4.17	-	5.29	-	355	Black grain
Kanghocheong	Iksan 92	2009	III	81	30.0	-	4.21	-	5.31	387	402	Blue grain
Boseokchal	Iksan 87	2008	III	87	29.0	5.2	4.23	6.5	5.29	344	248	Red grain, Waxy
Jasoojeongchal	Iksan 81	2006	III	75	27.2	5.7	4.30	6.11	6.4	340	380	Red grain, Waxy
Joongmo 2007	Iksan 155	2011	I	76	48.1	4.16	4.20	5.24	5.30	-	487	Lodge tolerance, Large grain

²BYMW = Barley Yellow Mosaic Virus

해결하고자 개발된 벼 수확 동시 보리파종기를 이용하여 답리작에서 2모작 보리 재배 시 노동력 경합에 따른 적기파종 일실 우려지역에서의 벼 수확과 동시 보리 파종재배에 따른 생력효과를 검토하였다. 벼 수확 동시 보리파종(3단계)은 관행 파종작업(5단계)보다 소요시간이 48분/10a적어 57% 노동력 절감 효과가 있었으며, 경영비는 작업 단계 축소로 7% 절감 효과가 있었다. 파종의 생력 기계화 연구와 더불어 기타 작업의 생력 기계화 체계를 확립하기 위한 연구도 이루어져 2008년에서 2010년까지 3년동안 우리나라 농가 평균 10a당 노력시간이 겉보리 5.1시간, 쌀보리 5.3시간, 맥주보리 11.9시간으로 단축되었다. 현재의 보리 연구는 가공용 및 식용보리 품종 육성과 식소재 기술 개발 그리고 이상 기상 대응 안정 생산기술 개발의 연구를 진행하고 있으며, 앞으로는 용도별 최적 고품질 보리 원맥에 대한 수요가 증가함에 따라 수확 후 관리 및 가공 이용성을 증진하는 기술 개발 연구도 강화할 것이다.

밀은 2000년대에 접어들면서 맥류는 연구 분야의 중복성 논란으로 3개 연구소에서 수행하던 업무가 통·폐합되는 시련을 맞이하였다. 그 동안 수원 작물시험장과 밀양 영남농업시험장에서 수행하던 밀 육종 사업은 작물시험장에서 단독으로 수행하게 되었고, 영남농업시험장에서 그 동안 육성한 재료는 작물시험장 맥류과로 이관되었다. 이후에 2004년 정부의 R&D 연구기관의 통폐합으로 작물시험장과 호남농업시험장, 영남농업시험장은 합쳐져 국립작물과학원이 되었고, 2008년 국립식량과학원으로 명칭이 변경되었다. 아울러 밀의 품종 개발 업무는 벼맥류부 맥류전작과에서 전담 수행하고 기타 기초 연구는 수원에 있는 국립작물과학원 작물기능개발과에서 수행하게 되었다. 이 때

맥류사료작물과에서 최우선적으로 추진한 것이 국산밀의 브랜드화 사업이었다. 국산밀 단일품종을 단지화하고 철저한 재배관리 및 첨단제분시설의 이용을 통한 품질관리로 한층 품질을 향상시킨 우리밀 브랜드인 ‘참들락’을 출시하였다. 이는 국산밀을 소비자에게 널리 알려 잠재 소비층을 확보하기 위한 추진전략이었다. 2000년대의 밀 육종목표는 조숙·내재해성 및 기능성 품종 육성을 목표로 두고 신품종을 개발하였으며, 주요 개발 품종은 Table 9과 같다. 취반용 ‘신미찰밀’, 적립계 중간질 ‘조농밀’을 육성하였고, 2004년에 육성된 ‘조경밀’(Kang et al. 2006)은 우리나라 최초의 빵밀로서 우수한 제빵적 특성을 가지고 있으며, 현재 ‘금강밀’ 다음으로 많은 약 30% 가량의 재배면적을 차지하고 있다. 국립식량과학원에서는 품종 특성별로 생산단지를 구축하고 가공업체와 연계한 사업을 추진하여 운영하고 있으며, ‘조경밀’은 주로 경남 지방 중심으로 재배되고 있다. 이 밖에도 밀가루 수율이 높은 ‘다분밀’, 백립계 연질인 ‘연백밀’, 적립계 찰밀인 ‘신미찰1호’ 등 다양한 품종을 육성하여 보급하였다. 또한 2000년대는 세계적 기후변화가 심하여 출수기에 잦은 강우는 붉은곰팡이병을 유발하게 하였으며, 성숙기에 잦은 강우는 수발아를 야기하여 품질 저하의 원인이 되었다. 벼맥류부에서는 이러한 기후변화로 야기되는 재해를 극복할 수 있는 저항성 품종 육성에 역점을 두어, 이에 대응하는 백립계 수발아 중도 저항성인 ‘백중밀’(Park et al. 2008a), 붉은곰팡이병에 중도 저항성인 ‘적중밀’(Park et al. 2008b), 수발아에 강한 ‘수강밀’(Park et al. 2009), ‘수안밀’(Kang et al. 2004)을 육성하여 농가에 보급하고 있다. 2011년에는 과자용 품종 ‘고소밀’(Kang et al. 2015), 케이크용 ‘조아밀’을 육성하여 농가와 산업체가 손잡고

Table 9. Agricultural characteristics of major Korean wheat cultivar developed in 2000s.

Cultivar	Line name	Year	Grain yield (kg/10a)	Characteristics
Shinmichal	Suwon 292	2002	507	Early maturing, Waxy
Jonong	Suwon 290	2003	465	Early maturing, High protein, Noodle
Jokyung	Suwon 298	2004	519	Early maturing, High flour yield, Hard wheat, Bread
Younbaek	Suwon 300	2005	605	Soft wheat, Lodge tolerance, Noodle
Shinmichal 1	Suwon 306	2006	558	PHS tolerance, Lodge tolerance, Waxy
Dabun	Suwon 304	2006	511	High yield, Noodle
Baekjoong	Iksan 307	2007	535	High flour yield, PHS semi-tolerance, Noodle
Jeokjoong	Iksan 308	2007	533	High yield, FHB resistance, Noodle
Sukang	Iksan 312	2008	472	Cold tolerance, PHS tolerance, Noodle
Suan	Iksan 319	2009	578	Cold tolerance, PHS tolerance, Noodle
Goso	Iksan 325	2010	561	Early maturing, PHS tolerance, High yield, Cookie
Joah	Iksan 334	2011	526	Early maturing, PHS tolerance, High yield, Cookie

원료공급과 가공제품을 생산하고 있다.

재배법의 연구는 2008년부터 밀 재배가 밭 중심에서 논 중심으로 전환되면서 이에 알맞은 재배기술의 연구가 시급하게 되었다. 2010년과 2011년 도출된 결과로 볼 때 답리작에서 밀 안전재배를 위한 적정 파종기는 전남(나주)과 경남(진주)은 11월 5일이었고, 용도별 품질향상을 위한 웃거름 시용방법은 제면용 금강밀과 제과용 우리밀은 50% 감비 또는 표준시비량(90 kg/ha) 1회 시용, 제빵용 조정밀은 50% 이상 증비, 2회 시비하는 것이 적합하였으며, 파종량은 150 kg/ha 이었다. 또한 생산비 절감을 위한 생력기계화 작업체계를 연구를 실시한 바 밀 파종에서 수확까지의 작업소요시간은 부분 기계화 작업인 관행(인력)의 118 시간/ha 대비 작업체계 I (트랙터 부착용 살포기로 밑거름 시비, 파종, 트랙터부착용 배토기로 복토, 승용관리기 체초제 살포, 트랙터부착용 살포기로 웃거름 살포, 콤바인 수확)에서 26 시간/ha으로 78% 절감되었으며, 작업체계 I 에서 파종단계인 시비·파종·복토 작업을 트랙터 부착용 동시작업기 활용 작업(작업체계 II)으로 실시할 경우 18 시간/ha으로 85%가 절감되었다(Kim et al. 2012). 이러한 기계화에 따른 기계비용 부담을 감안하여 볼 때 손익분기점의 작업면적은 작업체계 I 이 3.5 ha, 작업체계 II가 4.4 ha로 판단되었으며, 농가 소득은 ha 당 821천 원으로 향상되는 효과가 있었다.

현재의 밀 연구는 용도별 고품질 및 재해 저항성 품종을 육성하고, DNA 마커를 통한 육종 효율 증진 및 연한 단축 기술 개발이 연구되고 있으며, 나아가 앞으로는 이용성 증진을 위한 가공 기술 및 건조 저장 등 수확 후 관리 기술 개발 연구가 체계적이고 지속적으로 진행될 것이다.

사료용 맥류 연구(2001~현재)

2000년대 들어 세계곡물시장에서는 전 세계적인 이상기상에 따른 곡물 생산량의 감소, 기름값 상승에 따른 바이오 에너지용 곡물 수요 증가와 해상운임 상승 등으로 곡물 가격이 폭등하였다. 이러한 국제적 환경 변화는 가축 사료의 대부분을 해외로부터 도입에 의존하고 있는 우리나라에서 사료원료가격의 상승으로 연결되어 가축 생산비의 증가를 초래함에 따라 결국 축산농가의 경영을 악화시키는 등 여러가지 문제점이 발생하였다. 이에 대한 타개책으로 단기적으로는 해외곡물가격 변동에 대한 국내 시장의 충격을 최소화하고, 장기적으로는 국제적 사료정세에 안정적으로 대처할 수 있는 국내 사료 자급기반을 마련할 수 있는 혁신적인 정책 수립이 필요하였다. 곡실사료인 배합사료 중심에 치우쳐 있던 사료급여방식을 초식동물인 소에게 알맞은 조사료

위주의 방식으로 개선함으로써 소가 지닌 본래의 영양대사를 찾아주고 해외 도입 사료용 곡물을 국내산 조사료로 대체하여 사료의 안정 공급과 더불어 사료비 절감을 추구하는 것이다. 이와 같은 가축사료의 조사료 급여비율 확대 등으로 발생하는 조사료의 수요를 충당하기 위해서 경종농가의 생산참여 확대가 요구되었다. 이에 곡실 보리의 수매 중단으로 인해 새로운 소득원 창출이 절실하였던 보리 생산농가에 벼를 수확 후 휴경하고 있는 겨울철 논에 조사료용 보리 생산을 유도함으로써 조사료 재배면적이 확대되었다. 조사료용으로 활용 시 생산성이 낮은 식용보리 대신 조사료 수량이 많은 조사료 전용 청보리의 품종 개발도 함께 이루어졌다. 현재 농가에 보급되고 있는 청보리는 건물 수량성의 향상뿐만 아니라 가축이 먹기에 좋도록 형태적으로도 개선되었다. 또한 호밀·귀리·트리티케일·총채밀 등 겨울철 맥류는 여름작물과 연계하여 조사료를 생산할 수 있고, 소비자인 축산농가의 선택폭도 넓힐 수 있도록 개발되었다. 그러나 여전히 사료작물 종자의 자급률이 낮고 이상기상으로 인한 작황불안으로 재배면적이 답보상태에 있는 전환점이 필요한 시점이다. 현재 사료용 맥류는 전국 논 이모작이 가능한 조숙·다수성인면서 재해 저항성이 우수한 품종을 개발하고, 기후변화 환경과 논에서 안정 생산이 가능한 최적 재배법 개발에 역점을 두어 추진하고 있다.

보리는 호밀보다 초장이 짧고 출수기 전후의 초기 생산량이 적은 반면, 황숙기로 갈수록 종자가 성숙되는 과정에서 건물 및 가소화 양분 축적이 많아져 건물과 가소화양분총량(TDN) 수량이 급격히 증가한다. 또한 청보리의 알곡은 에너지 함량이 높은 편이며 배합사료의 대체 효과가 크다. 청보리는 알곡과 잎 및 줄기를 함께 사료로 이용하는 총채용 사료작물로서, 2018년까지 ‘영양보리’ 등 19개의 품종이 육성되었고(Table 10), 식용보리 품종을 총채사료로 이용할 때보다 총채수량이 30% 이상 많다. 청보리는 일반적으로 이삭에 거친 까락이 있어 까끄러움 때문에 소가 청보리 사료를 섭취할 때 까락이 목에 걸려 기침을 하거나 섭취를 기피하게 하는 원인이 되기도 한다(Karren et al. 1994). 이러한 문제점을 개선하고자 까락에 톱니가 없는 매끈망 품종인 ‘우호’(Kim et al. 2007), 까락이 퇴화하여 그 기능을 상실한 삼차망 품종인 ‘유연’(Choi et al. 2007)·‘유호’·‘유한’·‘유진’, 까락 자체가 없는 무망 품종인 ‘무한’ 등이 개발되었다. 매끈망이나 삼차망 및 무망 품종은 까끄러움이 적어 까락이 있는 일반망 품종보다 가축의 기호성을 개선된 품종이다. 또한 가축 기호성이 좋고 밀식 적응성이 좋은 무엽이 품종인 ‘다미’(Park et al. 2009)도 개발되었다. 최근에는 청보리의 답리

Table 10. Agronomic characteristics and forage yield of Korea forage barley cultivars.

Cultivar	Released year	Heading date	Forage yield (MT/ha)		Characteristics
			Fresh	Dry	
Youngyang	2002	May 1	37.5	11.7	Rough awn
Sunwoo	2002	May 2	36.0	11.0	Rough awn
Sangwon	2004	April 28	35.6	11.6	Rough awn
Wooho	2005	April 29	36.1	11.8	Smooth awn
Yuyeon	2006	April 23	33.5	11.9	Hooded spike
Soman	2006	April 23	31.7	10.6	Rough awn
Dami	2007	April 30	32.9	11.2	Auricleless
Younghan	2008	April 26	33.4	12.0	Rough awn
Youho	2008	April 24	30.9	11.6	Hooded spike
Jomi	2010	April 23	30.6	10.3	Auricleless
Youhan	2012	April 28	33.7	12.6	Hooded spike
Nokyang	2012	June 6	32.8	11.7	Rough awn
Muhan	2013	June 4	28.9	12.4	Awn-less
Miho	2014	April 27	30.0	12.3	Semi-smooth awn
Dachung	2015	April 25	30.9	12.1	Rough awn
Mihan	2016	April 23	-	10.9	Semi-smooth awn
Youjin	2016	April 24	-	11.0	Hooded spike
Yeonho	2017	April 23	-	12.8	Semi-smooth awn
Maeho	2018	April 22	32.2	12.4	Semi-smooth awn

*Sowing and harvest were mid-October and the end of May (early yellow stage), respectively.

**This data was average evaluated in 4 to 7 different locations for 3 years.

작 재배를 중부지역까지 재배지역을 확대하기 위해 수확시기를 앞당긴 조생종 품종이 개발되고 있다.

호밀은 추위에 강하고 수확이 빨라 전국적으로 많이 재배되는 사료작물이다. 국내에서의 호밀 품종은 1984년 재래종을 수집하여 선발한 ‘팔당호밀’(Hwang et al. 1985)이 최초이며, 그 후 1980년대 후반까지 ‘두루’ · ‘조춘’ · ‘춘추’ 등 도입종이 선발되었다(Ha et al. 1989, 1990, Hwang et al. 1987). 1990년 후반부터 최근까지는 집단선발방법에 의해 ‘울’(Heo et al. 1998), ‘곡우’ · ‘이그린’ · ‘울그린’(Heo et al. 2004, 2009) 등 숙기가 빠르면서 수량이 많은 18개 품종이 육성되었다(Table 11). 또한 캐나다와 공동연구로 2002년에 ‘윈터그린’이 육성되어 해외채종을 거쳐 국내에 보급되기도 하였다. 국내에서 육성된 호밀 품종은 대체로 2배체이지만, 도입종인 ‘두루’와 2016년도에 육성된 ‘대곡그린’은 4배체 품종이다. 우리나라에서 호밀은 조사료용이나 녹비용으로 매년 5만 ha 정도가 재배되고 있으나, 종자는 대부분을 해외에 의존하여 매년 5천 톤 이상을 도입하고 있다. 그러나 2015년 미국에서 도입한 호밀종자에서 관리세균(*Pseudomonas*

syringae pv. *atrofaciens*)이 검출되어 2,154톤 폐기 · 반송함에 따라 국내에서 사료작물 종자의 파동이 발생하여 조숙성 품종 육성과 더불어 종자의 안정적 확보가 관건이 되었다. 따라서 최근에는 호밀의 품종 개발보다 국내에서 종자를 채종할 수 있는 기술개발과 생산 체계 구축에 심혈을 기울이고 있다(Han et al. 2018).

과거에 귀리는 추위에 약하기 때문에 주로 밭에서 옥수수 앞그루로 재배하는 봄 재배와 뒷그루로 재배하는 가을 재배가 이루어졌다. 그러나 2000년 이후 농업이 규모화되고 겨울철 농가 소득원이었던 식용보리의 수매가 중단되면서 그 대체로 사료작물의 답리작 재배가 확대되면서 추위에 강한 월동용 귀리 품종이 본격적으로 개발되었다. 그 결과로 육성된 귀리품종은 내한성이 강화돼 남부지역에 한정되었던 재배 북한계선이 충청 지역까지 북상하는 등 괄목할만한 성과를 거두었으며, 수량성도 증가하였다. 국내육성품종은 월동 재배용으로 ‘풍한’ · ‘하이여리’ 등 14개 품종(Han et al. 2009a; Park et al. 2018) 이다(Table 12). 또 월동재배와 춘파재배가 가능한 ‘조풍’과 ‘옥한’ 등 2개 품종

Table 11. Agronomic characteristics and forage yield of Korea forage rye cultivars.

Cultivar	Released year	Heading date	Forage yield (MT/ha)		Seed productivity (MT/ha)
			Fresh	Dry	
Paldang	1984	April 30	31.7	7.0	3.1
Dooroo	1986	May 4	35.8	7.9	3.1
Chochun	1987	April 26	33.3	6.8	3.1
Chilbo	1988	April 29	35.1	7.3	2.9
Jangkang	1989	May 7	41.3	9.8	3.6
Chunchu	1989	May 6	39.8	9.3	3.3
Ol	1995	April 24	41.4	9.5	3.7
Okjeon	2000	April 25	-	9.1	3.4
Shinchun	2001	April 26	-	8.4	3.5
Wintergreen	2002	May 8	-	10.4	5.2
Gogu	2004	April 23	40.8	8.4	3.0
Dagreen	2006	April 24	36.4	7.5	4.1
Egreen	2007	April 22	47.6	8.3	3.6
Olgreen	2008	April 20	47.5	8.9	3.7
Jogreen	2009	April 15	42.5	8.1	3.1
Charmgreen	2010	April 17	45.3	9.1	2.9
Seedgreen	2013	April 22	39.8	8.3	4.0
Daegokreen	2016	April 17	37.0	7.7	3.1

*Sowing and harvest were mid-October and the end of April (one week after heading stage), respectively.

**This data was average evaluated in 4 different locations for 3 years.

(Han et al. 2010, 2013), 그리고 봄과 가을재배에서 생산성이 뛰어난 ‘하이스피드’ · ‘다크호스’ 등 2개 품종 개발되었으며 (Park et al. 2006), 이들은 도입종에 비해 수확시기가 빠르고 수량이 매우 많다. 또한 과거 오토밀용으로 개발되었지만 수요가 없어 개발이 중단되었던 곡실용 식용귀리는 GDP의 증가에 따른 건강 기능성 식품의 소비 증가에 발맞춰 성인병 예방과 다이어트에 가치가 높다고 알려진 식용 전용 쌀귀리인 ‘선양’ · ‘조양’ · ‘대양’ · ‘수양’(Han et al. 2008, 2009b, 2014) 등이 개발되었다. 특히 ‘조양’ 품종은 농가소득 및 국민 건강에 기여한 공로로 2018년에 ‘대한민국 우수품종상’을 수상하였다.

트리티케일은 추위와 가뭄 등 나쁜 생육 환경에서도 잘 자라 전국 재배가 가능하고, 호밀과 달리 종자의 자가 채종이 가능한 작물이다. 최근 겨울철 이상기상으로 인해 월동 사료작물의 작황이 불안정한 가운데 트리티케일은 안정적이고 높은 수량을 나타내어 사료작물로서 점차 수요가 증가하고 있다(Han et al. 2016). 트리티케일 연구는 1970년대 멕시코에 있는 국제옥수수밀연구소(CIMMYT)와의 공동연구를 추진함으로써 시작되었다. 그 결과로 국내에서 트리티케일 품종은 1985년 ‘신기호밀’(Youn

et al. 1986)이 개발된 이래로 ‘신영’(Park et al. 2003)을 비롯하여 ‘조성’ · ‘신성’ · ‘세영’ · ‘광영’(Han et al. 2012, 2016, 2017) 등이 8개 품종이 개발되었다(Table 13). 한때 트리티케일의 활용도가 낮아 연구가 중단되기도 하였으나 정부의 조사료 자급을 위한 ‘조사료 생산기반 확충사업’으로 탄력을 받으면서 월동성과 조사료 생산성이 우수한 트리티케일의 품종 개발 및 보급이 적극 추진되었다. 육성품종 중에서 ‘조성’은 조숙종이면서 내도복성으로 국내 이모작 환경에서 적합하여 전국적으로 보급되고 있다. 현재는 중부 및 강원지역의 논 이모작에 도입될 수 있는 내한성이며 숙기가 빠르고 조사료 생산성이 우수한 특성을 가진 품종을 개발하고 있다.

결론

우리나라에서 한때 주곡작물로서 중요한 위치를 차지하였던 보리가 수매 중단 및 소비량 감소로 재배면적이 감소하고 있는 실정이다. 그러나 겨울철 유휴지 활용뿐만 아니라 국민의 건강을 지키고 식량위기에 대응하는 보리의 역할을 고려할 때 이 작물에

Table 12. Agronomic characteristics and forage yield of forage and food oats cultivars.

Cultivar	Released year	Heading date	Forage yield (t/ha)		Seed productivity (MT/ha)	Characteristics
			Fresh	Dry		
Me	1986	May 29	33.7	-	3.2	Forage, Winter type
Samjeol	1989	June 1	34.1	7.7	2.9	〃
Samhan	2001	May 14	-	7.1	4.4	〃
Donghan	2001	May 12	-	6.5	4.4	〃
Highspeed	2005	Oct. 10	34.3	6.3	-	〃
Darkhorse	2005	Oct. 10	33.7	6.1	-	Forage, Fall type
Chohan	2006	May 11	52.9	10.7	5.8	Forage, Fall type
Punghan	2008	May 7	50.1	14.5	-	Forage, Winter type
Kwanghan	2009	April 30	59.9	17.3	-	〃
Jopung	2009	May 4	55.1	16.4	-	〃
Okhan	2011	May 6	51.2	15.0	-	〃
Dahan	2011	May 13	55.3	15.6	4.5	〃
Taehan	2012	May 8	51.7	14.5	-	〃
Dajo	2015	May 1	38.6	12.9	-	〃
Hi-early	2016	April 26	40.2	14.2	-	〃
Dakeong	2016	April 29	45.1	15.7	-	〃
Shinhan	2017	May 6	40.1	15.3	-	〃
Ilhan	2018	April 28	47.3	16.9	-	〃
Ol	1993	April 30	-	-	4.8	Seed, Covered
Mal	1993	May 3	-	-	3.7	Seed, Covered
Sikyung	1995	May 1	-	-	4.5	Seed, Covered
Seonyang	2003	May 6	-	-	3.4	Seed, Naked
Joyang	2007	April 28	-	-	4.7	〃
Daeyang	2007	May 8	-	-	4.2	〃
Suyang	2010	April 28	-	-	4.4	〃

*Sowing and harvest were mid-October and the end of May (early yellow stage), respectively.

**This data was average evaluated in 4 different locations for 3 years.

Table 13. Agronomic characteristics and forage yield of forage triticale cultivars in Korea.

Cultivar	Released year	Heading date	Forage yield (t/ha)		Seed productivity (MT/ha)	Harvest time
			Fresh	Dry		
Shinkihomil	1985	May 15	53.0	-	3.2	Late
Shinyoung	2001	May 12	43.0	15.7	4.0	Medium
Joseong	2010	April 24	41.9	14.5	5.1	Early
Saeyoung	2012	May 3	47.0	15.6	4.1	Late
Choyoung	2014	April 28	40.5	15.7	5.6	Medium
Shinseong	2015	April 24	41.2	15.0	7.2	Early
Minpung	2016	April 22	45.9	17.2	5.7	Early
Kwangyoung	2018	April 22	50.0	17.6	6.0	Early

*Sowing and harvest were mid-October and the end of May (20 days after heading stage), respectively.

**This data was average evaluated in 7 different locations for 3 years.

대한 재인식과 더불어 이를 뒷받침하기 위한 공감대가 필요하다. 현재 맥류는 수매 중단에 따라 가공용 맥류의 공급이 불안정한 가운데 기능성 보리밥이나 가공품 등의 소비 증가로 새로운 수요가 꾸준히 증가하고 있다. 또한 기후변화에 따른 각종 병해 및 재해의 증가와 재배적지의 이동이 예상되어, 이를 극복하기 위한 시대 맞춤형 기술 개발이 요구되고 있다. 보리 연구는 소비자 친화형 가공용 및 식용보리 품종 육성과 식소재 기술 개발, 그리고 이상기상에 대응하기 위해 연구를 강화해야 하며, 수확 후 관리 및 가공 이용성을 증진하는 기술도 병행해서 개발되어야 할 것이다.

밀은 국민 1인당 연간 31~34 kg을 소비하고 있는 제2의 주곡작물로 안정적 공급이 중요하여 정부에서도 2022년까지 자급률 9.9% 달성 목표를 정하였다. 국립식량과학원에서도 밀 자급률 향상이라는 시대적, 국민적 요구에 부응 하기 위해 2018년 밀연구팀이 출범하였고 용도별 밀 품종 및 품질향상 기술개발을 통한 소비 확대에 역점을 두고 있다. 2016년 기준 446만 톤 가량 수입하고 있는 수입 밀에 대응해 국산 밀과의 가격 격차를 줄이고 시장 경쟁력을 갖추기 위해 수량성 향상 뿐만 아니라 제빵적성이 우수한 밀, 기능성분을 함유한 유색밀, 알레르기 저감 밀 등 위한 다양한 밀 품종이 개발되고 있다. 이에 대한 조치로서 밀 연구는 용도별 고품질 및 재해 저항성 품종 육성을 향한 신속하고 정확한 접근을 위해 DNA 마커를 통한 육종 효율 증진 및 연한 단축 기술이 개발 되고 있으며, 아울러 이용성 증진 및 소비 확대를 위해 가공 기술 및 건조 저장 등 수확 후 관리 기술 개발 연구가 진행될 것이다.

청보리 등 사료용 맥류는 다양한 품종 개발을 통해 조사료 수량성 뿐만 아니라 가축의 기호성 등을 개선시켜 경종농가에게는 생산성을, 축산농가에게는 좋은 품질의 조사료를 가져다 준 것이 사실이다. 또한 청보리·호밀·귀리·트리티케일 등 다양한 맥종의 품종을 조사료원으로 개발·보급함으로써 농가가 작물의 선택 폭이 넓어지고, 동계와 하계작물의 연계 생산이 수월해졌으며, 수확기간에 기계투입과 노동력의 분산시켜 적기 적작이 이루어지도록 조사료 생산을 효율화시켰다. 그러나 최근 사료용 맥류는 품종개발 면에서 수량성 향상의 한계에 직면해 있고, 기후변화에 따른 현장 맞춤형 품종개발 역시 답보상태이다. 게다가 중부이북, 강원 및 산간지 등 벼 조기이앙지대에서 답리작이 가능한 조숙 내한성 품종의 개발과 강우 등 기상변화에 따른 최적 재배기술 개발 등은 접근조차 못하고 있어 재배면적은 늘어나지 않고 있는 실정이다. 따라서 사료용 맥류가 진일보하려면 수량성을 한계를 극복할 수 있는 육종자원의 탐색과 도입,

농가가 선호하는 안정 생산성 간편 재배기술 개발에 힘써야 할 것으로 보인다. 추가로 각 나라마다 종자 주권이 심화되고 있는 요즘 사료작물 종자의 안정 공급을 위한 종자채종단지를 만드는 것은 말할 나위도 없다.

적 요

우리나라에서 보리 육종의 역사를 보면 걸보리는 초창기에 주로 식용을 목적으로 다수성에 중점을 두어 순계분리와 도입육종에 치중하였고, 쌀보리는 주로 도입품종에 의존하였으며, 맥주보리는 1907년 도입품종 선발시험이 시작되었다. 1960년대에는 계통육종법을 집단육종법으로 전환하였고, 도입육종법과 병행 실시되었다. 1970년부터는 남부 답리작에 적응하는 조숙·내습·다수성 품종 육성을 목표로 영남작물시험장에서도 육종을 시작하였고, 단교배 위주에서 3원교배·복교배·다계교배·여교배 등으로 다양하게 이루어졌다. 1980년대에 걸보리는 작물시험장에서 극조숙 품종과 남부지역 적응계통을 선발하였고, 쌀보리 또한 남부적응성 계통을 선발하였으며, 맥주보리는 맥류연구소에서 경남, 전남농촌진흥원과 공동연구사업 결과로 1989년 국가연구기관에서 최초의 맥주보리 교잡육종인 ‘진광’이 육성되었다. 1990년대 걸보리는 중부지역 답리작 지대에서 안전 재배가 가능한 극조숙·내재해성·초다수성 및 총체사료용 보리 품종 육성, 쌀보리는 호남농업시험장에서 호위축병 저항성 품종 육성을 위한 보리 호위축병 검정법, 저항성 유전인자 분석, 저항성 분자표지 인자 개발 등의 연구가 이루어졌다. 또한 재배 안정성에 관한 연구도 수행되어 흰가루병 저항성 검정, 줄무늬병 점종법, 수발아검정법인 모래물이법을 개발하였다. 2000년대 이후에는 DNA 마커나 간편한 검정 방법을 이용한 초기세대 선발 효율 증진 연구와 더불어 성분육종, 용도 다양화를 위한 육종 등이 수행하고 있다. 현재의 보리는 가공용 및 식용보리 품종 육성과 식소재 기술 개발, 그리고 이상 기상에 대응한 안정 생산기술 개발의 연구를 진행하고 있으며, 향후 보리의 용도별 최적 고품질 원맥에 대한 수요가 증가함에 따라 수확 후 관리, 가공 및 이용성을 증진하는 기술 개발 연구도 강화할 것이다.

밀 육종 초기에는 재래종의 순계분리와 도입육종에 의해 이루어졌으며, 1960년대에 와서 계통육종법과 집단육종법을 병행한 교배 육종을 실시하였다. 육종목표는 경지 이용률 향상을 위해 숙기가 빨라 벼 이앙 전에 수확이 가능하고 수량도 많은 조숙 다수성 품종 개발에 역점을 두었다. 1970년에는 그전의 단교배 위주에서 3원교배·복교배·다계교배·여교배 등이 이루어졌

고, 교배친도 다양화되어 1980년에 조숙이면서 대립, 다수성인 ‘그루밀’을 육성하여 밀 품종 개발에 새로운 장을 열게 되었다. 1980년대에는 밀의 생명공학 연구 등 기초연구도 수행하게 되었고, 최초 빵용밀인 ‘탑동밀’도 이때 개발하였다. 1990년대에는 ‘우리밀 살리기 운동’이 일어나 ‘우리밀’과 다목적용인 ‘금강밀’이 육성되었는데, ‘금강밀’은 현재까지도 우리나라 밀 생산의 약 70%를 차지하고 있다. 2000년대의 밀 육종목표는 조숙·내재해성 및 다용도 품종 육성으로, 이 때 취반용인 ‘신미찰’과 현재 ‘금강밀’ 다음으로 많이 재배되고 있는 빵용인 ‘조경밀’을 육성하였다. 그 외에도 붉은곰팡이병 저항성 및 수발아에 강한 품종들이 육성되었다. 현재의 밀은 용도별로 고품질 및 재해 저항성 품종 육성과 더불어 분자 마커를 활용한 육종 효율 증진 및 연한 단축 기술 개발 등이 연구되고 있으며, 향후 원맥의 이용성 증진을 위한 가공 기술 및 건조 저장 등 수확 후 관리 기술 개발에 대한 연구가 진행될 것이다.

사료용 맥류는 식량 자급률의 감소 요인인 도입 사료용 곡물을 대체할 수 있도록 조사료 생산을 확대하고, 식용 보리의 수매 중단으로 인해 새로운 소득원 창출이 절실하였던 보리 생산농가에 소득 보전을 하는 일거양득의 차원에서 추진되었다. 이에 청보리를 중심으로 품종 개발이 이루어졌으며, 겨울철 조사료 자원으로서 활용도가 높은 호밀·귀리·트리티케일 등도 여러 개의 우수한 품종과 생산기술이 개발되어 농가현장에 보급되었다. 현재 사료용 맥류는 재배면적 확대를 위해 이모작 적응성 및 재해 저항성이 우수한 품종 개발 및 논 안정생산 재배기술 개발을 중점으로 연구 중에 있다.

사 사

본 연구는 농촌진흥청 국립식량과학원 농업과학기술 연구개발사업(세부과제 : 답리작 적응 가공용도별 밀 품종개발, 과제번호 : PJ012464012020)의 지원에 의해 이루어진 것임.

REFERENCES

1. Cho CH, Hong BHM, Park MW, Shim JW. 1980. A Study on the origin, propagation and utilization of semi-mac semi-micro-micro-microelectronics in Korea. Korean J Breed Sci 12: 1-12.
2. Choi JS, Kim JG, Baek SB, Park KH, Kwon YU, Park HH, Kang MS, Park TI, Heo HY, Seo JH, Cheong YK, Sung BR, Kim JG, Lee JJ, Kim SJ, Ryu IM, Ju JI, Kim

- DH, Jung KY, Lee SH. 2007. A ruminant-palatable hood type barley cultivar ‘Yuyeon’ for whole-crop-forage use. Korean J Breed Sci 39: 242-243.
3. Ha YW, Hwang JJ, Sung BR, Lee SY, Youn KB, Park JH, Song NH, Hur HS. 1989. A new high forage yielding and early rye variety ‘Chochunhomil’. Res Rept RDA (U&I) 31: 51-55.
4. Ha YW, Hwang JJ, Park ME, Song HS, Park CS, Kim YS, Sung BR. 1990. A new high forage yielding rye variety ‘Chunchuhomil’. Res Rept RDA (U&I) 32: 7-12.
5. Han OK, Park HH, Heo HY, Park TI, Seo JH, Park KH, Kim JG, Hong YG, Kim DH. 2008. A new early-heading and high-yielding naked oat cultivar for human consumption, ‘Choyang’. Korean J Breed Sci 40: 512-516.
6. Han OK, Park HH, Heo HY, Park TI, Seo JH, Park KH, Kim JG, Ju JI, Hong YG, Jeong JH, Park NG. 2009a. A new early-heading and high-yielding forage winter oat cultivar, ‘Punghan’. Korean J Breed Sci 41: 168-172.
7. Han OK, Park HH, Heo HY, Park TI, Seo JH, Park KH, Kim JG, Hong YG, Kim DH. 2009b. A new oat cultivar for human food, “Daeyang” with high-yielding and good-quality. Korean J Breed Sci 41: 56-60.
8. Han OK, Park TI, Seo JH, Park KH, Park HH, Kim KH, Kim KJ, Ju JI, Jang YJ, Park NG, Kim JG. 2010. ‘Jopung’, A new forage winter oat cultivar for the southern regions of Korea. Korean J Breed Sci 42: 231-235.
9. Han OK, Park TI, Park HH, Song TH, Ju JI, Jeung JH, Kang SJ, Kim DH, Choi HJ, Park NG, Kim KK, Hwang JJ, Baek SB, Kim YU. 2012. ‘Joseong’, A new early-heading forage triticale cultivar for paddy field of double cropping. J Kor Soc Grassl For Sci 32: 193-202.
10. Han OK, Park TI, Park HH, Song TH, Kim KJ, Ju JI, Jang YJ, Hwang JJ, Kwon YU. 2013. A new early-heading and high-yielding oat cultivar for whole crop forage ‘Okhan’. J Kor Soc Grassl For Sci 33: 87-93.
11. Han OK, Park TI, Park HH, Park KH, Oh YJ, Kim KJ, Song TH, Jang YJ, Kim DH, Hwang JJ, Kwon YU. 2014. ‘Suyang’, A New Naked Oat Cultivar with Early-Heading and High-Yielding. Korean J Breed Sci 46: 323-327.
12. Han OK, Park HH, Park TI, Oh YJ, Song TH, Kim DW, Chae HS, Hong KH, Bae JS, Kim KS, Yun GS, Lee ST, Ku JH, Kweon SJ, Ahn JW, Kim BJ. 2016. A new early-heading, high-yielding triticale cultivar for forage, ‘Shinseong’. J Kor Soc Grassl For Sci 36: 142-149.
13. Han OK, Park HH, Park TI, Cho SK, Choi IB, Kim KJ,

- Oh YJ, Park KH, Kim DW, Ku JH, Kweon SJ, Ahn JW. 2017. ‘Saeyoung’, A winter forage triticales cultivare of high-yielding and tolerance to cold. J Kor Soc Grassl For Sci 37: 125-131.
14. Han OK, Song JH, Ku JH, Kim DW, Kwon YU, Lee YY, Park CH, Kweon SJ, Ahn JW. 2018. Development of optimal seed production methods using domestic rye cultivar in central and north area in Korea. J Kor Soc Gressl Forage Sci 38: 44-52.
15. Heo HY, Park KG, Hwang JJ, Song HS, Nam JH, Park HH, Ha YW, Lim YC, Ju JI, Park MW. 1998. Early heading and high forage yielding new rye variety ‘Olhomil’. RDA J Crop Sci (II) 40: 88-91.
16. Heo HY, Park HH, Kwon YU, Kim JG, Nam JH, Kim SJ, Lee JK. 2004. A new high yielding rye variety ‘Gogu’. Treat Crop Sci 6: 59-66.
17. Heo HY, Park HH, Hwang JJ, Kim HS, Han OK, Park TI, Seo JH, Kim DW, Kim SY, Kim SJ, Park KH. 2009. A new early-heading and high-yielding forage rye variety, ‘Olgreen’. Korean J Breed Sci 41: 625-629.
18. Hwang JJ, Ahn WS, Youn KB, Sung BR, Lee JH, Lee WJ, Cho CH, Kim YS, Park CS, Chung KY, Kim BY. 1985. An early and high forage yielding rye variety ‘Paldanghomil’ as soiling crops. Res Rept RDA (Crop) 27: 156-160.
19. Hwang JJ, Youn KB, Song NH, Park CS, Kim YS, Sung BR. 1987. A new high yielding forage rye variety ‘Doorooomil’. Res Rept RDA (Crop) 29: 193-197.
20. Kang CS, Cheong YK, Kim KH, Kim HS, Kim YJ, Kim KH, Park JC, Park HH, Kim HS, Kang SJ, Choi HJ, Kim JG, Kim KJ, Lee CK, Park KG, Park KH, Park CS. 2004. A wheat variety, ‘Sooan’ with good noodle quality, red grain wheat, higher winter hardiness and pre-harvest sprouting resistance. Korean J Breed Sci 46: 260-267.
21. Kang CS, Cheong YK, Kim KH, Kim HS, Son JH, Kim KH, Park JC, Kim DH, Choi JK, Bae JS, Kim KJ, Lee CK, Park KG, Kim BK, Park KH, Park CS. 2015. Wheat variety, ‘Goso’ with low protein, good cookie, red grain wheat and resistance to pre-harvest sprouting. Korean J Breed Sci 47: 330-338.
22. Kang CS, Kim YK, Yoon YM, Son JGM, Choi JG, Song GK, Kim SN, Park TI, Kim KH, Cheong YK, Kim BK, Park CS. 2017. Two-rowed and covered barley for beer brewing variety, ‘Gwangmaeg’ with a cold tolerance and off-season heading. Korean J Breed Sci 49: 403-409.
23. Kang MS, Lee CK, Park DS, Ku BC, Park KG, Ko JM, Hyun JN, Kim JC, Nam JH, Suh DY, Kim SJ, Yun YS, Hwang JJ, Kim JG. 2006. A new white wheat cultivar, “Jokyoung” for bread making. Korean J Breed Sci 38: 139-140.
24. Karren DB, Goonewardene LA, Bradley JA. 1994. The effect of feed type on mouth lesions in slaughter cattle. Can J Ani Sci 74: 571-573.
25. Kim HS, Kim YJ, Kim KH, Lee KW, Shin SH, Cheong YK, Park KH. 2012. Effect of mechanical working system on labor-saving in wheat cultivation. Korean J Crop Sci 57: 331-336.
26. Kim JG, Choi JS, Park HH, Baek SB, Kang MS, Park KH, Kwon YU, Heo HY, Seo SJ, Nam JH, Lee JJ, Cheong YK, Sung BR, Kim JG, Ryu IM, Ju JI, Kim DH, Jung KY, Lee SH. 2007. A new smooth awn barley cultivar, ‘Wooho’ suitable for whole crop forage use. Korean J Breed Sci 39: 238-239.
27. Kim YK, Choi JS, Lee MJ, Park JC, Kim TS, Kim KJ. 2012. Optimal drainage time of barley seeding synchronized with rice harvesting in paddy field. Korean J Crop Sci 57: 215-218.
28. Kim YK, Lee MJ, Kim KH, Park JH, Park TI, Yoon YM, Choi CH, Son JH, Kang CS. 2018. Waxy black barley (*Hordeum vulgare* L.) cultivar, ‘Heuksoojeongchal’, with high yield and low amylose content. Korean J Breed Sci 50: 504-509.
29. Kim YS, Park GY, Lee DG. 1976. Studies on the mutation breeding of naked barley - I. A new mutant variety “Radiation No. 6” and several promising mutant lines by radiation. Korean J Breed Sci 21: 82-86.
30. Ministry of Agriculture, Food and Rular Affairs (MAFRA). 2018. Agriculture, food and rular affair statics. p. 312.
31. Nam JH, Song HS, Park HH, Heo HY, Park MW, Park KH, Rho CW, Nam SY, Ju JI, Park CB, Lee YS, Park SG, Kim DH. 1998. A new high milling, early maturity, semi-dwarf and white grain wheat variety “Keumkangmil” with good bread quality. RDA J Crop Sci 40: 81-87.
32. Park CS, Heo HY, Kang MS, Lee CK, Park KG, Park JCM, Kim HS, Kim HS, Hwang JJ, Cheong YK, Kim JG. 2008a. A new white wheat variety, “Baegjoong” with high yield, good noodle quality and moderate to pre-harvest sprouting. Korean J Breed Sci 40: 153-158.
33. Park CS, Heo HY, Kang MS, Lee CK, Park KG, Park JCM, Kim HS, Kim HSM, Hwang JJM, Cheong YK, Kim JG. 2008b. A new white wheat variety, “Jeokjoong” with high

- yield, good noodle quality and moderate to scab. Korean J Breed Sci 40: 308-313.
34. Park CS, Heo HY, Kang MS, Kim HS, Park HH, Park JC, Kang CS, Kim HS, Cheong YK, Park KH. 2009. A new wheat variety, "Sukang" with good noodle quality, resistant to winter hardiness and pre-harvest sprouting. Korean J Breed Sci 41: 44-50.
35. Park HH, Heo HY, Kim JG, Park KH, Choi JS, Kwon YU, Nam JH, Lee JK, Lee CK, Ryu IM, Ko SB, Jung KY, Lee SH. 2006. A new early-heding and high yielding forage oat cultivar, Highspeed. Korean J Breed Sci 38: 285-286.
36. Park KG, Heo HY, Park HH, Kim MJ, Nam JH, Lee CK, Kim JG, Kwon YU. 2003. A new cold tolerant, lodging resistant and high grain yielding forage triticale cultivar "Shinyoung". Korean J Breed Sci 35: 329-330.
37. Park TI, Seo JH, Han OK, Choi JS, Kim JG, Park JC, Kim HS, Heo HY, Baek SB, Kwon YU, Park HH, Kang MS, Park KG, Suh SJ. 2009. A new auricleless barley cultivar 'Dami' for whole crop forage. Korean J Breed Sci 41: 349-353.
38. Park TI, Kim YK, Park HH, Oh YJ, Park JC, Kang CS, Park JH, Cheong YG, Kim KH, Choi KH, Hong KH, Chae HS, Ku JH, Ahn JW, Han OK. 2018. 'Hi-early', Early heading and harvestable winter forage oats cultivar. J Kor Soc Grassl For Sci 34: 26-32.
39. Sung BR, Kim JG, Oh JH, Lee HR, Kim DJ, Yoon JI. 2014. Regional stability of heading date and yield in barley variety "Olbori". J Korean Soc Inter Agri 26: 20-26.
40. Youn KB, Hwang JJ, Sung BR, Lee JH, Hur HS, Kim JG, Kim BY, Ahn WS, Kim YS, Cho CH. 1986. A good quality, lodging resistant and high yielding triticale variety 'Shinkihomil' as soiling crop. Res Rept, RDA (Crops) 28 (I): 143-147.